

Wpływ witamin rozpuszczalnych w wodzie na wchłanianie wybranych aminokwasów egzogennych u kurcząt

BARBARA BADZIAN

Zakład Fizjologii Zwierząt Katedry Biochemii i Fizjologii Zwierząt Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR,
ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Badzian B.

Influence of water soluble vitamins on the absorption of select exogenous amino acids in chickens

Summary

The aim of the study was to show whether water soluble vitamins contained in fodder may influence the absorption of exogenous amino acids from entrails. Tests were done on live broiler chickens (aged 2-4 months) in which the small intestine was looped. The physiological liquid included amino acids such as: L-threonine, L-valine, L-methionine, L-lysine, L-histidine, L-phenylalanine, L-leucine, L-isoleucine as well as amino acids with water soluble vitamins: thiamin, riboflavin, pyridoxine, nicotine acid, panthotenic acid, cholin, biotin, vitamin C and folic acid. The method of liquid chromatography before and 30 min after the flow through the loop was used to mark the concentration of amino acids in the perfusion liquid. The results of the study indicate a stimulatory effect of the vitamins on the absorption of amino acids in chickens. The influence on absorbing amino acids was highest when the water soluble vitamins were combined together in doses of 10 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l. A significant influence on the absorption of exogenous amino acids for threonine, valine, histidine and isoleucine observed after applying thiamin, riboflavin, cholin and biotin used in separated liquid. Changes in the absorption level of exogenous amino acids in relation to water soluble vitamins may have a stimulating influence on the development and growth in chickens.

Keywords: chicken, vitamins

Drobiarstwo jest działem wyjątkowo predysponowanym do intensywnej produkcji ze względu na krótki okres tuczu, bardzo dobre wykorzystanie paszy oraz dużą obsadę zwierząt na jednostkę powierzchni. W celu uzyskania wysokich efektów produkcyjnych i hodowlanych ptaki muszą być skarmiane pełnoporcjowymi mieszankami paszowymi, charakteryzującymi się bardzo dobrym zbilansowaniem i jakością składników pokarmowych (4, 5, 17). U zwierząt gospodarskich, w tym i drobiu, błędy związane z utrzymaniem zwierząt oraz źle zbilansowane dawki pokarmowe pod względem pewnych składników, takich jak, na przykład: białko, kwas foliowy, biotyna, wapń, fosfor szczególnie w połączeniu z predyspozycjami genetycznymi mogą powodować występowanie licznych zaburzeń, na przykład *pododermatitis* czy chondrodystrofię. Białko musi być dostarczane codziennie i regularnie, aby rosnący organizm mógł się prawidłowo rozwijać, a dorosły sprawnie i zdrowo funkcjonować. W przeciwieństwie do roślin i wielu gatunków bakterii, drób tak jak i wszystkie zwierzęta wyższe, nie potrafi syntetyzować niektórych aminokwasów tak zwanych niezbędnych (egzogennych), których znaczenie dla zdrowia i prawidłowego funkcjonowania organizmu jest ogromne (6). Białka zbudowane są z aminokwasów, dzielących się na trzy zasadnicze grupy: pierwszą grupę stanowią aminokwasy endogenne, które organizmy wyższe mają zdolność syntetyzowania w ustroju pod warunkiem, że do syntezy będzie dostarczone źródło azotu. Szybkość syntezy,

jak również ilość wytwarzanych aminokwasów endogennych jest uwarunkowana aktywnością enzymów biorących udział w ich przemianach biochemicznych (1, 7). Zwierzęta mają zdolność do syntezy 10 aminokwasów endogennych. Drugą grupę tworzą aminokwasy półegzogenne (względnie egzogenne), które mogą częściowo zastępować egzogenne, jak np. cystyna może częściowo zastąpić metioninę, a tyrozyna fenyloalaninę. Trzecią grupę stanowią aminokwasy egzogenne, w których występuje rozgałęziony łańcuch węglowy lub rdzeń aromatyczny (pierścień benzenowy) nie syntetyzowany przez kręgowce, dlatego też pełny ich zestaw musi być dostarczony w pożywieniu. Brak lub niedobór któregośkolwiek z aminokwasów egzogennych powoduje w organizmie określone zaburzenia, zwłaszcza widoczne u młodych osobników. Dla drobiu aminokwasami niezbędnymi (egzogennymi) są: lizyna, tryptofan, metionina, fenyloalanina, treonina, walina, leucyna, izoleucyna, histydyna, arginina. Aminokwasy wchłaniają się bardzo szybko w jelitach. Jest to proces transportu czynnego zachodzący przeciwko gradientowi stężeń i prowadzący do nagromadzenia aminokwasów w enterocytach, skąd na drodze dyfuzji i zgodnie z gradientem stężeń przedostają się do płynów ustrojowych (8, 14). Transport aminokwasów poprzez śluzówkę jelitową wymaga nakładu energii, która jest czerpana z metabolizmu tlenowego (11).

Istnieje szereg mechanizmów transportujących aminokwasy przez błonę jelitową: aminokwasy obojętne – ko-

rzystają z jednego rodzaju przenośników, o który współzawodniczą ze sobą. Ich powinowactwo zmniejsza się wraz ze wzrostem polaryzacji cząsteczki, a wzrasta w obecności sodu. Aminokwasy zasadowe są transportowane poprzez specjalny system częściowo hamowany przez aminokwasy obojętne. Lepiej działa w obecności sodu, ale nie jest absolutnie od niego zależny. Na tej drodze wchłaniają się lizyna, arginina, cystyna. Aminokwasy kwaśne – transportowane przez układ przenośnikowy częściowo niezależny od sodu (8, 11). Aktywna pompa sodowa umiejscowiona w błonie komórkowej ściany bocznej i podstawnej enterocytów zapewnia usuwanie sodu z wnętrza komórki (13).

Witaminy spełniają w komórkach i tkankach funkcje regulacyjne, decydują o rozwoju, stanie zdrowia i wydolności fizycznej organizmu (18, 19, 22). Głównymi producentami witamin w przyrodzie są rośliny i mikroorganizmy, ale także organizmy wyższe mogą syntetyzować pewne witaminy w przewodzie pokarmowym (23, 24).

Do witamin rozpuszczalnych w wodzie należą: witaminy grupy B: B₁, B₂, B₆, B₁₂, kwas pantotenowy, kwas foliowy, kwas nikotynowy, biotyna, witamina C i cholina. Witaminy rozpuszczalne w wodzie obejmują substancje o różnym ciężarze cząsteczkowym. Niskocząsteczkowe witaminy, takie jak C, B₂, B₆ wchłaniają się łatwo z jelit ze względu na małe cząsteczki. Odbywa się to na drodze dyfuzji ułatwionej. Witamina B₁ jest dużą i wysoce zasadową cząsteczką, która wchłania się powoli i przy udziale przenośnika. Przy wysokim jej stężeniu wchłanianie może mieć charakter zwykłej dyfuzji, podczas gdy przy małym stężeniu ma charakter procesu czynnego. Kwas foliowy i cholina wchłaniają się na drodze transportu czynnego przy niskich stężeniach, przy wysokich zaś na drodze dyfuzji biernej. Kwas nikotynowy wchłaniany jest na drodze transportu czynnego, przy udziale sodu i nakładach energetycznych.

Witaminy przenikając przez ścianę jelita cienkiego, ulegają przekształceniom, w wyniku czego powstają ich różnorodne pochodne – estry, amidy, nukleotydy. Ufosforylowane formy witamin należą do koenzymów. Łączą się one ze specyficznymi białkami i tworzą liczne enzymy, będące katalizatorami całego szeregu procesów biochemicznych, składających się na metabolizm organizmu. Tylko niewielkie ilości witamin rozpuszczalnych w wodzie są magazynowane w ustroju (9, 13, 15, 21, 25). Zapotrzebowanie zwierząt na niektóre aminokwasy jest ściśle związane z obecnością witamin. Taką zależność wykazano w stosunku do tryptofanu i kwasu nikotynowego, a także pomiędzy metioniną i choliną. Jeżeli w ustroju brakuje choliny, wówczas do jej syntezy zużytkowuje się metioninę. Metionina spełnia także funkcję dawcy siarki dla biotyny. Cholina zastępuje metioninę w procesie transmetylacji. Witamina B₆ bierze udział w metabolizmie aminokwasów, a dokładnie w dekarboksylacji treoniny i tryptofanu. Biotyna jako koenzym przenoszący dwutlenek węgla uczestniczy w rozkładzie leucyny i izoleucyny. Wykazano, że pewne aminokwasy mają silne działanie inhibitorowe na wchłanianie innych, do nich zalicza się: metioninę, leucynę i argininę. Aminokwasy o charakterze obojętnym są inhibitorami w transporcie innych o tym samym ładunku, np.: metionina i leucyna, które stymulują transport lizyny i argininy. Izoleucyna obniża absorpcję waliny, treoniny i histydyny (8). Arginina obniża wchłanianie lizyny, glicyny i proliny. Wzrost koncentracji metioniny podnosi wchłanianie lizyny i argininy, leucyna obniża zaś poziom wchłaniania argi-

niny i lizyny. Wchłanianie aminokwasów z jelit reguluje także konkurencja pomiędzy niektórymi z nich o przenośnik lub niedobory pewnych witamin, takich jak B₁ i B₆. Z wcześniejszych badań wiadomo, że istnieje pewna zależność pomiędzy wchłanianiem aminokwasów egzogennych a witaminami rozpuszczalnymi w wodzie. Zaobserwowano, że łączne podanie witamin B₁, B₂, B₆, C powodowało wzrost wchłaniania waliny, lizyny i metioniny. Ponadto wykazano, że glicyna i alanina powodują obniżenie wchłaniania metioniny, natomiast metionina, glicyna i alanina wpływają na osłabienie absorpcji histydyny (2, 3). W dostępnej literaturze niewiele jest danych odnośnie do wpływu poszczególnych witamin rozpuszczalnych w wodzie na wchłanianie aminokwasów egzogennych, dlatego też problem ten jako ważny dla hodowli zwierząt wymaga szerszego opracowania.

Celem badań było wykazanie mało znanego wpływu witamin rozpuszczalnych w wodzie, takich jak: witamina B₁, B₂, B₆, C, kwas foliowy, kwas pantotenowy, kwas nikotynowy, biotyna oraz cholina na wchłanianie aminokwasów egzogennych: treoniny, waliny, metioniny, izoleucyny, leucyny, fenyloalaniny, histydyny i lizyny z przewodu pokarmowego kurcząt. Zapotrzebowanie zwierząt na niektóre aminokwasy jest ściśle związane z obecnością witamin. Zarówno jedne, jak i drugie występują w paszach, dlatego postanowiono prześledzić, czy istnieje między tymi związkami współzależność we wchłanianiu, która mogłaby się przyczynić do ustalenia takiego składu paszy, który miałby duże znaczenie dla procesów wzrostowych, zdrowotnych i produkcyjnych zwierząt.

Cel badań był realizowany przez sprawdzenie wpływu poszczególnych witamin rozpuszczalnych w wodzie stosowanych osobno oraz łącznie na wchłanianie aminokwasów egzogennych z jelit kurcząt oraz na oznaczeniu poziomu wchłoniętych aminokwasów w obecności witamin lub bez.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 160 kurczętach brojlerach, w wieku 2-4 miesięcy, obu płci rasy Hybro G, pochodzących z fermy drobiu w Mełgwi koło Lublina. Kurczęta były utrzymywane w standardowych warunkach hodowlanych ze stałym dostępem do paszy i wody karmione przez cały okres doświadczenia mieszanką DKA grover (Agropol).

Wchłanianie aminokwasów z jelita cienkiego badano metodą perfuzji pętli jelitowej, *in vivo* (10-12, 16, 20). W celu wykonania pętli jelitowej kurczęta usypiano Vetbutalem (Biowet Puławy) w dawce 0,5-1,0 cm³, który był podawany dootrzewnowo i pozwalał na uzyskanie stanu uśpienia w początkowej fazie doświadczenia, polegającej na otwarciu jamy brzusznej i wyosobnieniu 10 centymetrowego odcinka jelita czczego (poczynając od 20 cm za pętlą dwunastniczą). Wyosobniony odcinek jelita był nadal połączony z krezką jelitową, pozwalającą na uzyskanie prawidłowego ukrwienia. Do obu końców wyosobnionej pętli jelitowej zakładano dwie kaniule gumowe, a następnie umieszczano ją ponownie w jamie brzusznej, pozwalającej na utrzymanie odpowiedniej temperatury i wilgotności jelita. W dalszej części doświadczenia kurczęta pozostawały w stanie lekkiej narkozy. Następnie przez tak wyosobniony odcinek jelita przepuszczano 30 cm³ płynu fizjologicznego (0,9% NaCl) o temperaturze (39°C) przy pomocy pompy perystaltycznej firmy Zalimp PP 2B-15 z szybkością 10 ml/minutę przez okres 30 minut (14). Do doświad-

czeń użyto aminokwasów cz.d.a. (Merck), witamin cz.d.a. (Sigma), ouabainy (Sigma).

Do płynu dodawano aminokwasy egzogenne: L-treoninę, L-walinę, L-metioninę, L-izoleucynę, L-leucynę, L-fenylalaninę, L-histydynę, L-lizynę. Podstawą do ustalania górnych stężeń aminokwasów i witamin w płynie perfuzyjnym była ich zawartość w paszach, biorąc pod uwagę jej dzienne spożycie. Aminokwasy były podawane łącznie w ilościach:

L-treonina	20 mg/30 ml płynu = 0,67 g/l
L-walina	20 mg/30 ml płynu = 0,67 g/l
L-metionina	10 mg/30 ml płynu = 0,33 g/l
L-izoleucyna	20 mg/30 ml płynu = 0,67 g/l
L-leucyna	40 mg/30 ml płynu = 1,33 g/l
L-fenylalanina	20 mg/30 ml płynu = 0,67 g/l
L-histydyna	10 mg/30 ml płynu = 0,33 g/l
L-lizyna	30 mg/30 ml płynu = 1,0 g/l
Łącznie	170 mg/30 ml płynu = 5,7 g/l.

W drugiej serii doświadczeń do roztworu zawierającego aminokwasy dodawano w różnych dawkach, łącznie lub oddzielnie, witaminy rozpuszczalne w wodzie, kierując się ich zawartością w premiksach i produktach paszowych, w przeliczeniu na 1 kg mieszanki. Dawki witaminy były następujące: 10 mg/l = 0,3 mg/30 ml płynu, 50 mg/l = 1,5 mg/30 ml płynu, 100 mg/l = 3,0 mg/30 ml płynu.

Następnie przez pętlę jelitową przepuszczano płyn perfuzyjny zawierający same aminokwasy lub łącznie z witaminami. Po zakończeniu doświadczenia kurczęta uśmiercano przez dekapitację i do oznaczeń wykorzystywano płyn perfuzyjny.

Stężenie aminokwasów w płynie perfuzyjnym przed i po przepływie oznaczano metodą chromatografii kolumnowej za pomocą aparatu Amino Acid Analyzer T 339 M Microtechna Praha na kolumnie o długości 35 cm i średnicy 5 mm (10). Wypełnienie kolumny stanowiła silnie kwasowo-kationowa żywica jonitowa, w postaci drobnych perełek. Czas analizy wynosił 135 minut. Uzyskane wyniki przeliczano na jednostki układu SI. Dla uwzględnienia różnic statystycznych wyniki poddano analizie statystycznej testem t-Studenta programu Statistica.

Wyniki i omówienie

Celem ustalenia wpływu witamin rozpuszczalnych w wodzie na wchłanianie aminokwasów egzogennych z pętli jelitowej, w pierwszym etapie badań ustalono ilość wchłoniętych aminokwasów z wzorcowego płynu perfuzyjnego, a wartości te przyjęto za 100%. Do tej wartości porównywano ilość wchłoniętych aminokwasów w obecności poszczególnych witamin dodawanych do płynu perfuzyjnego w trzech dawkach.

Po zastosowaniu witaminy B₁ w ilości 10 mg/l wzrost wchłaniania zaobserwowano tylko w przypadku treoniny do 109% i lizyny 120% (tab. 1). Wyższa dawka witaminy B₁ – 50 mg/l spowodowała wzrost wchłaniania od 130% do 181% w przypadku pięciu badanych aminokwasów, tj.: treoniny, waliny, izoleucyny, leucyny, lizyny (tab. 2). Najistotniejszy wzrost wchłaniania aminokwasów po witaminie B₁ wystąpił po najwyższej jej dawce to znaczy 100 mg/l. Poziom wchłoniętej treoniny wynosił 222%, waliny 180%, metioniny 191%, izoleucyny 182%, leucyny 200%, fenylalaniny 194%, histydyny 155% i lizyny 227% (tab. 3).

Po zastosowaniu witaminy B₂ w ilości 10 mg/l zmiana poziomu wchłaniania aminokwasów była następująca: w przypadku metioniny 230%, leucyny 143%, histydyny 265% (tab. 1). Zastosowanie witaminy B₂ w dawce 50 mg/l spowodowało większe wchłanianie wszystkich ba-

danych aminokwasów: treoniny 139%, waliny 134%, metioniny 137%, izoleucyny 145%, leucyny 226%, fenylalaniny 108%, histydyny 150%, lizyny 152% (tab. 2). Po witaminie B₂ w dawce 100 mg/l poziom wchłaniania wszystkich aminokwasów wzrósł: treoniny 217%, waliny 164%, metioniny 467%, izoleucyny 194%, leucyny 275%, fenylalaniny 156%, histydyny 549% oraz lizyny 171% (tab. 3).

Witamina B₆ w dawce 10 mg/l spowodowała wzrost wchłaniania treoniny 126%, metioniny 184% i histydyny 203% (tab. 1). Po zastosowaniu witaminy B₆ w ilości 50 mg/l obserwowano zwiększone wchłanianie: treoniny 134%, waliny 135%, izoleucyny 129%, leucyny 146% oraz histydyny 147% (tab. 2). Witamina B₆ w ilości 100 mg/l spowodowała wzrost poziomu wchłaniania aminokwasów za wyjątkiem fenylalaniny: treoniny 254%, waliny 160%, metioniny 338%, izoleucyny 193%, leucyny 170%, histydyny 400% i lizyny 153% (tab. 3).

10 mg witaminy C nie zwiększyło wchłaniania żadnego z badanych aminokwasów (tab. 1). Witamina C w ilości 50 mg/l spowodowała wzrost wchłaniania wszystkich badanych aminokwasów: treoniny 131%, waliny 138%, metioniny 131%, izoleucyny 148%, leucyny 148%, fenylalaniny 111%, histydyny 149% i lizyny 150% (tab. 2). Po witaminie C w ilości 100 mg/l wzrosło wchłanianie wszystkich aminokwasów od 120% do 241% (tab. 3).

Po podaniu biotyny w ilości 10 mg/l wzrosło tylko wchłanianie treoniny 146%, metioniny 190%, histydyny 205% (tab. 1). Biotyna w dawce 50 mg/l zmieniła wchłanianie treoniny, izoleucyny (tab. 2). Biotyna w ilości 100 mg/l spowodowała, że wzrosło wchłanianie wszystkich aminokwasów: treoniny 310%, waliny 190%, metioniny 319%, izoleucyny 233%, leucyny 210%, fenylalaniny 165%, histydyny 394% oraz lizyny 230% (tab. 3).

Cholina w ilości 10 mg/l spowodowała, że wzrósł poziom wchłaniania: treoniny 132%, metioniny 210% oraz lizyny 140% (tab. 1). Cholina zastosowana w dawce 50 mg/l spowodowała wzrost wchłaniania treoniny, leucyny, lizyny (tab. 2). Najwyższa dawka choliny 100 mg/l powodowała wzrost wchłaniania treoniny 245%, waliny 125%, metioniny 326%, izoleucyny 184%, leucyny 172%, fenylalaniny 145%, histydyny 275% i lizyny 124% (tab. 3).

Kwas foliowy podany w dawce 10 mg/l zwiększył tylko wchłanianie treoniny 164% (tab. 1). Po kwasie foliowym w ilości 50 mg/l wzrosło wchłanianie: treoniny 129%, histydyny 149%, lizyny 148% (tab. 2). Po zastosowaniu kwasu foliowego w ilości 100 mg/l wzrósł poziom wchłaniania w przypadku treoniny 309%, waliny 146%, metioniny 254%, histydyny 436%, lizyny 126% (tab. 3).

Kwas pantotenowy w ilości 10 mg/l spowodował większe wchłanianie treoniny 145% (tab. 1). Po kwasie pantotenowym w dawce 50 mg/l zwiększyło się wchłanianie: treoniny 133%, izoleucyny 134%, histydyny 145% (tab. 2). Po zastosowaniu kwasu pantotenowego w ilości 100 mg/l wzrosło wchłanianie treoniny 243%, waliny 138%, metioniny 327%, histydyny 373% i lizyny 194% (tab. 3).

Kwas nikotynowy w dawce 10 mg/l zwiększył tylko wchłanianie histydyny 184% (tab. 1). Zastosowanie kwasu nikotynowego w ilości 50 mg/l spowodowało wzrost wchłaniania: treoniny 139% i metioniny 128% (tab. 2). Kwas nikotynowy w ilości 100 mg/l powodował wyższe wchłanianie wszystkich badanych aminokwasów od 139% do 400% (tab. 3).

Tab. 1. Poziom wchłoniętych aminokwasów z płynu perfuzyjnego po zastosowaniu witamin w dawce 10 mg/l (n = 6)

Aminokwas	Kontrola		Wit. B ₁		Wit. B ₂		Wit. B ₆		Wit. C		Biotyna		Cholina		Kwas foliowy	
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
L-Treonina	160	100	175	109	170	106	202	126*	160	100	232	146*	211	132*	262	164*
L-Walina	160	100	157	98	132	84	146	91	122	76*	150	95	152	95	156	98
L-Metionina	80	100	82	102	181	230*	147	184*	97	122	152	190*	169	210*	97	121
L-Izoleucyna	140	100	131	93	132	94	130	93	93	66*	149	106	145	104	72	52*
L-Leucyna	267	100	265	99	381	143*	220	82	209	85	221	83	213	80	175	66*
L-Fenylalanina	200	100	199	100	156	78	139	70*	169	85	163	82*	185	93	65	33*
L-Histydyna	74	100	54	73	196	265*	150	203*	70	95	152	205*	74	100	85	115
L-Lizyna	217	100	260	120	250	115	177	82	147	68*	218	101	304	140*	174	81
Suma	1298	100	1323	102	1598	123	1311	101	1067	82	1437	111	1453	112	1086	84

Objaśnienie: * p ≤ 0,05

Tab. 2. Poziom wchłoniętych aminokwasów z płynu perfuzyjnego po zastosowaniu witamin w dawce 50 mg/l (n = 6)

Aminokwas	Kontrola		Wit. B ₁		Wit. B ₂		Wit. B ₆		Wit. C		Biotyna		Cholina		Kwas foliowy	
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
L-Treonina	160	100	221	138*	333	139*	215	134*	200	131*	218	136*	207	129*	206	129*
L-Walina	160	100	208	130*	214	134*	216	135*	222	138*	181	113	191	119	163	100
L-Metionina	80	100	99	124	109	137*	86	107	105	131*	87	108	87	108	64	80
L-Izoleucyna	140	100	212	181*	203	145*	180	129*	158	113	195	139*	191	136*	90	65*
L-Leucyna	267	100	435	163*	426	226*	389	146*	395	148*	292	109	373	140*	249	93
L-Fenylalanina	200	100	220	110	215	108	194	97	222	111	210	105	217	109	220	110
L-Histydyna	74	100	81	110	111	150*	109	147*	110	149*	89	120	88	119	110	149*
L-Lizyna	217	100	308	142*	331	152*	225	104	326	150*	292	135*	318	147*	322	148*
Suma	1298	100	1784	137	1942	150	1614	124	1747	135	1564	120	1672	129	1424	110

Objaśnienie: jak w tab. 1.

Tab. 3. Poziom wchłoniętych aminokwasów z płynu perfuzyjnego po zastosowaniu witamin w dawce 100 mg/l (n = 6)

Aminokwas	Kontrola		Wit. B ₁		Wit. B ₂		Wit. B ₆		Wit. C		Biotyna		Cholina		Kwas foliowy	
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
L-Treonina	160	100	358	222*	352	217*	409	254*	302	188*	501	310*	400	245*	498	309*
L-Walina	160	100	288	180*	264	164*	260	160*	259	158*	305	190*	200	125*	235	145*
L-Metionina	80	100	159	191*	373	467*	270	338*	191	241*	255	319*	261	326*	203	254*
L-Izoleucyna	140	100	258	182*	271	194*	271	193*	280	198*	326	233*	260	184*	122	87
L-Leucyna	267	100	539	200*	735	275*	467	170*	422	158*	565	210*	465	172*	335	123
L-Fenylalanina	200	100	387	194*	312	156*	196	98	240	120	329	165*	300	145*	150	75*
L-Histydyna	74	100	115	155*	405	549*	296	400*	157	212*	290	394*	202	275*	319	436*
L-Lizyna	217	100	493	227*	378	171*	331	153*	316	146*	500	230*	500	124*	275	126*
Suma	1298	100	2597	200	3090	238	2500	193	2167	167	3071	237	2588	199	2137	165

Objaśnienie: jak w tab. 1.

Zastosowanie łączne witamin rozpuszczalnych w wodzie w ilości 10 mg/l każdej zwiększyło wchłanianie: treoniny 129% i histydyny 208% (tab. 1). Łącznie witaminy rozpuszczalne w wodzie w ilości 50 mg/l każdej spowodowały wzrost wchłaniania: treoniny 194%, 157%, metioniny

184%, izoleucyny 154%, histydyny 227% i lizyny 139% (tab. 2). Po najwyższej dawce każdej z witamin tzn. 100 mg/l zaobserwowano wyższe wchłanianie wszystkich aminokwasów (tab. 3). Łączne podawanie witamin w ilości po 10 mg/l spowodowało wzrost wchłaniania wszystkich ami-

Kwas pantotenowy		Kwas nikotynowy		Witaminy łącznie	
mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
232	145*	164	103	205	128*
129	81	125	78	127	80
98	123	63	79	74	93
54	39*	112	80	110	75
160	60*	203	76*	275	103
42	21*	143	72*	153	77
75	99	137	184*	154	208*
120	55*	162	75	239	110
910	70	1109	85	1337	103

Kwas pantotenowy		Kwas nikotynowy		Witaminy łącznie	
mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
213	133*	222	139*	311	194*
179	112	164	103	251	157*
90	112	102	128*	147	184*
188	134*	151	108	216	154*
213	80	285	107	297	111
213	107	220	110	218	109
107	145*	76	103	168	227*
224	103	229	105	295	136*
1427	110	1449	112	1903	147

Kwas pantotenowy		Kwas nikotynowy		Witaminy łącznie	
mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
395	243*	356	221*	660	413*
224	138*	295	183*	380	238*
261	327*	207	259*	223	279*
87	62*	315	225*	260	186*
335	124	383	139*	369	138*
64	33*	200	100	276	138*
275	373*	296	400*	226	305*
427	194*	493	223*	408	188*
2068	159	2545	196	2802	216

nokwasów ze 1298 mg/l do 1337 mg/l to jest o około 3%, co jest związane z większym wchłanianiem treoniny i histydyny (tab. 1). Po witaminach w dawce 50 mg/l zwiększyło się wchłanianie aminokwasów do 1903 mg/l, to jest o około 47%, spowodowane przede wszystkim wyższym poziomem wchłaniania treoniny, waliny, metioniny, izoleucyny, histydyny i lizyny (tab. 2). Najwyższy wzrost wchłaniania obserwowano po witaminach podanych łącznie w ilości 100 mg/l z 1298 mg/l do 2802 mg/l, co stanowi 116% i w tym przypadku wystąpił wyższy poziom wchłaniania wszystkich badanych aminokwasów (tab. 3).

Analizując wyniki badań należy stwierdzić, że witaminy rozpuszczalne w wodzie wywierają niewątpliwie wpływ na wchłanianie aminokwasów egzogennych. Jednakże ich działanie jest najefektywniejsze, gdy są stosowane łącznie

(tak jak występują w paszach), zarówno w dawce 10 mg/l, jak i wyższych, to jest 50 mg/l oraz 100 mg/l, aniżeli stosowane osobno. Stosowane osobno dają efekty pobudzające wchłanianie aminokwasów, ale jest to uzależnione od dawki, w której są stosowane. Wpływ pobudzający na wchłanianie

aminokwasów z płynu perfuzyjnego wykazywały zawsze witaminy B₁, B₂, cholina, biotylna. Kwas foliowy, kwas pantotenowy i kwas nikotynowy stosowane w dawkach 50 mg/l i 100 mg/l miały także silne działanie zwiększające wchłanianie aminokwasów. Słabe działanie na wchłanianie aminokwasów z płynu perfuzyjnego obserwowano po stosowaniu witamin B₆ i C. Aminokwasy reagują różnie nasilonymi zmianami we wchłanianiu na poszczególne witaminy, ale takimi, które okazały się najbardziej podatnymi na działanie witamin są treonina i histydyna, najsłabiej zaś reagującym aminokwasem okazała się fenylalanina.

Piśmiennictwo

1. Akagi S., Sato K., Ohmori S.: Threonine metabolism in Japanese quail liver. *Amino Acids* 2004, 14, 00726-004-0074-8.
2. Annegers J. H.: Intestinal absorption of amino acids in the dog. *Am. J. Physiol.* 1969, 216, 1-4.
3. Baker D. H., Edwards H. M., Strunk C. S., Emmert J. L., Peter Ch. M., Mavromichalis J., Parr T. M.: Single versus multiple deficiencies of methionine, zinc, riboflavin, vitamin B₆ and choline elicit surprising growth responses in young chicks. *J. Nutr.* 1999, 129, 2239-2245.
4. Baker D. H.: Ideal amino acid patterns for broiler chicks. *Amino acids in animal nutrition.* CAB International Illinois 2003, s. 223-235.
5. Berger V., Larondelle Y., Trouet A., Schneider Y.-J.: Transport mechanisms of the large neutral amino acid L-phenylalanine in the human intestinal epithelial Caco-2 cell Line. *J. Nutr.* 2000, 130, 2780-2788.
6. Branson W. R., Harrison G. J., Harrison L. R.: *Avian Medicine Principles and Application* Wingers Publishing 1994.
7. Brosnan J. T.: Interorgan amino acid transport and its regulation. *J. Nutr.* 2003, 133, 2068S-2072S.
8. Buraczewska L.: Absorption of amino acids in different parts of the small intestine in growing pigs. *Acta Physiol. Pol.* 1981, 32, 429-436.
9. Chatterjee N. S., Kumar Ch. K., Ortiz A., Rubin S. A., Said H.: Molecular mechanism of the intestinal biotin transport process. *Am. J. Physiol.* 1999, 277, C605-C613.
10. Edgecombe S. C., Stretch G. J., Hayball P. J.: Oleuropein, an antioxidant polyphenol from olive oil, is poorly absorbed from isolated perfused rat intestine. *J. Nutr.* 2000, 130, 2996-3002.
11. Ferruzza S., Rinaldi G., Di Girolamo M., Sambuy Y.: The efflux of lysine from the basolateral membrane of human cultured intestinal Cells (Caco-2) occurs by different mechanisms depending on the extracellular availability of amino acids. *J. Nutr.* 1997, 127, 1183-1190.
12. Gardner M. L.: Absorption from a mixture of seventeen free amino acids by the isolated small intestine of the rat. *J. Physiol.* 1976, 255, 563-574.
13. Gastaldi G., Ferrari G., Veri A., Casirola D., Orsenigo M. N., Laforenza U.: Riboflavin phosphorylation is the crucial event in riboflavin transport by isolated rat enterocytes. *J. Nutr.* 2000, 130, 2556-2561.
14. Gazzola G. C., Asta V. D., Guidotti G. G.: The transport of neutral amino acids in cultured human fibroblasts. *J. Biol. Chem.* 1980, 255, 929-936.
15. Haslam N., Probert C. S.: An audit of the investigation and treatment of folic acid deficiency. *J. R. Soc. Med.* 1998, 91, 72-73.
16. King J. S., Sepulveda F. V., Smith M. W.: Cellular distribution of neutral and basic amino acid transport systems in rabbit ileal mucosa. *J. Physiol.* 1981, 319, 355-368.
17. Lorbier M., Leclercq B.: *Żywność drobiu.* PWN, Warszawa 1995.
18. Lechowski J., Nagórna-Stasiak B.: Witamina C u drobiu domowego. *Medycyna Wet.* 1995, 51, 216-218.
19. Madej E., Grzęda M.: Właściwości, niedobór i zakres zastosowań witaminy C w lecznictwie zwierząt. *Medycyna Wet.* 2000, 56, 627-631.
20. Mykkanen H., Fullmer C., Wasserman R.: Effect on phosphate on the intestinal absorption of lead (²⁰³Pb) in chicks. *J. Nutr.* 1984, 114, 68-74.
21. Nagórna-Stasiak B., Łazuga-Adamczyk A., Koldyńska M.: Wpływ witaminy B₁ i kwasu foliowego na wchłanianie witaminy C u kurcząt rzeźnych. *Medycyna Wet.* 1987, 43, 235-237.
22. Nilipour A. H., Yegani M., Butcher G. T.: Wpływ żywienia na odpowiedź immunologiczną u drobiu. *Magazyn Wet.* 2002, 11, 34-36.
23. Said H. M.: Cellular uptake of biotin: mechanisms and regulation. *J. Nutr.* 1999, 129, 490-493.
24. Stein J., Daniel H., Whang E., Wenzel U., Hahn A., Rehner G.: Rapid post-absorptive metabolism of nicotinic acid in rat small intestine may affect transport by metabolic trapping. *J. Nutr.* 1994, 124, 61-66.
25. Ubbink J. B., Vermaak W. J. H., Van Der Merre A., Becker P. J., Delport R., Potgieter H. C.: Vitamin requirements for the treatment of hyperhomocysteinemia in humans. *J. Nutr.* 1994, 124, 1927-1933.

Adres autora: dr Barbara Badzian, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin; e-mail: barbara.badzian@ar.lublin.pl