

OCENA WPŁYWU SKŁADU DIETY I JEJ SUPLEMENTACJI WYBRANYMI WITAMINAMI Z GRUPY B NA ROZMIESZCZENIE WAPNIA I MAGNEZU W ORGANIZMIE

EVALUATION OF THE EFFECT OF DIET COMPOSITION AND ITS SUPPLEMENTATION WITH SELECTED B VITAMINS ON DISTRIBUTION OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN THE BODY

Joanna Sadowska

Zakład Fizjologii Żywienia Człowieka
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Słowa kluczowe: suplementacja, witaminy, wapń, magnez, szczur
Key words: supplementation, vitamins, calcium, magnesium, rat

STRESZCZENIE

Celem badań była ocena, w badaniu modelowym na szczurach, wpływu składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na rozmieszczenie wapnia i magnezu w organizmie. Stwierdzono, że zmiana składu diety statystycznie istotnie obniżała stężenie wapnia w wątrobie i sercu badanych samców a także w wątrobie i nerce samic oraz sprzyjała gromadzeniu wapnia i magnezu w mięśniach szkieletowych badanych zwierząt. U samic efekt ten był dodatkowo wzmacniany przy zastosowaniu suplementacji. Zastosowana suplementacja witaminami sprzyjała wbudowywaniu w kości wapnia u samców i magnezu u samic. Analizując uzyskane wyniki można stwierdzić, że tak zmiana składu diety jak i zastosowana suplementacja diety zmodyfikowanej wybranymi witaminami z grupy B istotnie wpływały na dystrybucję wapnia i magnezu pomiędzy poszczególnymi narządami i tkankami badanych zwierząt, modyfikując prawdopodobnie ich stan czynnościowy. Wielkość i kierunek zachodzących zmian w większości badanych parametrów uzależnione były od płci badanych zwierząt.

ABSTRACT

The aim of the study was to estimate, on an animal model, the influence of diet composition and its supplementation with selected B vitamins on distribution of calcium and magnesium in the body. The change in diet composition was found to significantly reduce the calcium contents in the liver and blood of males as well as in the liver and kidney of females. The change enhanced calcium and magnesium accumulation in the skeletal muscles of the animals examined. In females, the effect was augmented by supplementation. The vitamin supplementation applied was conducive to incorporation into the bones calcium in males and magnesium in females, respectively. Analysis of the results allows to conclude that both the change in the diet composition and the supplementation of the diet modified by selected B vitamins significantly affected distribution of calcium and magnesium between different organs and tissues of the animals examined and probably modified the functional status of the organs and tissues in question. The magnitude and direction of the changes in most parameters analysed were sex-dependent.

WSTĘP

Na podstawie wyników licznych badań stwierdza się, że coraz częściej codzienna dieta wielu grup ludności suplementowana jest witaminami [5, 9].

Badania prowadzone od ponad 10 lat w Zakładzie Fizjologii Żywienia Człowieka wskazują, że dieta, w której pełne ziarna zbóż zostają częściowo zamienione

na mąkę pszenną (typ 500) i sacharozę i jej suplementacja witaminami z grupy B powodują zmniejszone pobieranie paszy, większe przyrosty masy ciała zwierząt, którym towarzyszy zwiększone odkładanie okołonarządowej tkanki tłuszczowej i zmiany składu jej kwasów tłuszczowych oraz zmiany parametrów lipidowych krwi w porównaniu do zwierząt żywionych mieszkankami standardowymi [2- 4, 6]. Stwierdzono

Adres do korespondencji: Joanna Sadowska, Zakład Fizjologii Żywienia Człowieka, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, 71-459 Szczecin, ul. Papieża Pawła VI 3, tel. 091 449 65 72, fax 091 449 62 01, e-mail: Joanna.Sadowska@zut.edu.pl

także wpływ składu diety i rodzaju jej suplementacji na ilość suchej masy i popiołu uzyskanego ze spalania tkanki mięśniowej badanych zwierząt [6]. Sugeruje to możliwość stymulowanego obecnością witamin wchłaniania i/lub wbudowywania składników mineralnych w tkankę mięśniową, bądź też ich utratę lub dystrybucję do innych tkanek i narządów.

Celem badań była ocena, w badaniu modelowym na szczurach, wpływu składu diety, w której pełne ziarna zbóż zamieniono izokalorycznie na mąkę pszenną (typ 500) i sacharozę oraz suplementacji takiej diety witaminami z grupy B, na rozmieszczenie wapnia i magnezu w organizmie.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzone zostało po uzyskaniu zgody Lokalnej Komisji Etycznej w Szczecinie (nr zgody 3/2006) w wiwarium Zakładu Fizjologii Żywienia Człowieka na 60 szczurach (samcach i samicach) szczepu SPRD, w wieku 6-8 miesięcy, o wyjściowej masie ciała: samce $363 \pm 25,8$ g, samice $260 \pm 23,4$ g. Zwierzęta, po uprzednim kondycjonowaniu w warunkach wiwarium (temp. 21-22°C, cykl jasność/ciemność 12/12 h) zostały podzielone na trzy grupy, żywione *ad libitum* granulowanymi mieszankami wyprodukowanymi przez Wytwórnę Pasz i Koncentratów w Kcyni. Zwierzęta grupy I żywione były paszą podstawową

Tabela 1. Skład komponentowy pasz zastosowanych w doświadczeniu

Component composition of feeds used in the experiment

Nazwa komponentu	Pasza podstawowa [%]	Pasza zmodyfikowana [%]
Pszennica	36,4	6
Kukurydza	20	10
Otręby pszenne	20	20
Serwatka suszona	3	3
Sól pastewna ¹	0,3	0,3
Śruta sojowa 48%	17	17
Kreda pastewna ²	1,5	1,5
Fosforan 2-CA ³	0,8	0,8
Premiks LRM ⁴	1	1
Mąka pszenna typ 500	-	30,4
Sacharoza	-	10

Objaśnienia: ¹- głównie NaCl, ²- głównie CaCO₃, ³- CaHPO₄, ⁴- preparat witaminowo-mineralny stosowany w paszach dla zwierząt

(Labofeed H), grupy II i III – paszą zmodyfikowaną, w której 83,5% pszenicy obecnej w paszy podstawowej zastąpiono mąką pszenną (typ 500), a 50% kukurydzy – sacharozą. Udział pozostałych składników był identyczny (Tab. 1).

Zwierzęta grupy I i II otrzymywały do picia czystą, odstanną wodę wodociągową, grupy III – wodny roztwór witamin z grupy B (B₁, B₂, B₆ i PP), pochodzących z ogólnie dostępnych preparatów farmaceutycznych, w ilości 3-5-krotnie przekraczającej różnicę pomiędzy ich zawartością w paszy podstawowej i zmodyfikowanej a wyliczonej w stosunku do ilości spożywanej przez zwierzęta paszy. Zwierzęta dopajano czystą wodą.

Doświadczenie trwało siedem tygodni, w trakcie których codziennie kontrolowano ilość spożywanej przez zwierzęta paszy i wypijanych płynów, a raz w tygodniu - masę ciała.

Po zakończeniu doświadczenia zwierzęta uśpiono i pobrano krew z serca. Krew odwirowano, a w uzyskanej surowicy krwi oznaczono stężenia albumin, wapnia i magnezu, metodą spektrofotometryczną na spektrofotometrze Metertech przy użyciu odczynników firmy Cormay. Oznaczone stężenie wapnia przeliczono na stężenie wapnia skorygowanego, uwzględniając stężenie albumin w surowicy krwi.

Od zwierząt pobrano także serce, nerkę prawą, wątrobę, tkankę mięśniową (mięsień trójgłowy uda) oraz kość udową. Oznaczenia stężenia białka, wapnia i magnezu wykonano metodą spektrofotometryczną w supernatantach otrzymanych po odwirowaniu homogenatów ww. narządów (z wyjątkiem kości) wykonanych w 0,01M buforze Tris-HCl o pH 7,4, przy użyciu odczynników firmy Cormay na spektrofotometrze Metertech. Uzyskane wyniki zawartości wapnia i magnezu przeliczono na 1 mg białka nadsącza homogenatu tkankowego, zgodnie z obowiązującą metodyką [8]. Kości poddano mineralizacji na sucho, a zawartość w nich wapnia i magnezu oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej, na aparacie Perkin Elmer.

Uzyskane wyniki, po sprawdzeniu normalności rozkładu, poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu programu Statistica z zastosowaniem testu *Duncana* i dwuczynnikowej (dieta x płeć) analizy wariancji [7].

WYNIKI I DYSKUSJA

Analizując uzyskane wyniki nie stwierdzono istotnego wpływu składu diety i zastosowanej suplementacji na ilość paszy pobieranej przez badane samce. Natomiast u samic zmiana składu diety spowodowała istotne zmniejszenie ilości pobieranej paszy (Tab. 2).

Analizując stężenia badanych składników w surowicy krwi zwierząt stwierdzono mniejsze stężenia wapnia w surowicy krwi samic żywionych paszą zmo-

Tabela 2. Wpływ składu diety i zastosowanej suplementacji na pobieranie przez zwierzęta paszy, $\bar{x} \pm SD$; n=60
Diet type and supplementation effects on feed consumption in rats, $\bar{x} \pm SD$; n=60

Płeć	Spożycie paszy w ciągu 7 tygodni [g/100g masy ciała]		
	Pasza podstawowa (PP)	Pasza zmodyfikowana (PZ)	PZ +suplementacja
Samce	269 ± 7,2 ^a	259 ± 12,8 ^a	259 ± 11,9 ^a
Samice	292 ± 17,6 ^b	268 ± 13,9 ^a	257 ± 6,5 ^a

Objaśnienia: ^{a, b} – średnie oznaczone literami różnią się między sobą istotnie przy $p \leq 0,05$;

dyfikowaną (Tab. 3). Nie została przekroczona jednak fizjologiczna norma stężenia wapnia w surowicy krwi dla tych zwierząt, mieszcząca się w zakresie 1,33 – 3,25 mmol/l [1]. Przyczyną obserwowanych zmian mogło być zmniejszone spożycie wapnia wynikające z mniejszej jego zawartości w paszy zmodyfikowanej w porównaniu do podstawowej (dane z wyliczeń własnych) i zmniejszonego jej spożycia (Tab. 2). Efektywność wchłaniania wapnia jest zależna między innymi od jego ilości w diecie oraz od zawartości składników ułatwiających bądź utrudniających wchłanianie, np. błonnika pokarmowego, którego ilość w paszy zmodyfikowanej była mniejsza. Zmniejszona zawartość wapnia w diecie

oraz mniejsze ilości błonnika pokarmowego skutkują wzrostem wchłaniania wapnia, ale tylko do określonego poziomu [4].

Stwierdzono istotny wpływ zarówno zmiany składu diety jak i zastosowanej suplementacji na zawartość wapnia i magnezu w badanych tkankach zwierząt (Tab. 3, 4). Wielkość i kierunek zmian zależne były jednak od płci badanych zwierząt. Dla większości analizowanych cech stwierdzono istotną interakcję dieta x płeć.

Przy zmianie składu diety u samców obserwowano mniejsze stężenie wapnia w przeliczeniu na 1 mg białka w wątrobie i sercu, natomiast większe stężenie w mięśni. Przy zastosowaniu suplementacji stężenie wapnia w wątrobie i sercu, w przeliczeniu na 1 mg białka, było porównywalne do poziomu obserwowanego przy żywieniu zwierząt paszą podstawową. Suplementacja sprzyjała również wbudowywaniu wapnia w kości, natomiast stężenie wapnia w nerce i mięśni szkieletowym było mniejsze niż u zwierząt pozostałych grup. Tkankowe niedobory wapnia mogą pogarszać przewodnictwo synaptyczne i pobudliwość nerwowo-mięśniową. Sprzyjają także szybszemu występowaniu zmęczenia mięśni na skutek mniejszego pobierania przez nie tlenu.

Analizując tkankowe stężenia magnezu u samców stwierdzono, że przy zmianie składu diety stężenie to było większe w nerce i mięśni. Natomiast przy zastosowaniu suplementacji tkankowe stężenie magnezu w

Tabela 3. Wpływ składu diety i zastosowanej suplementacji na stężenie wapnia w surowicy krwi, tkankowe stężenie wapnia oraz zawartość wapnia w kości udowej badanych zwierząt, $\bar{x} \pm SD$; n=60
Diet type and supplementation effects on calcium concentration in the serum, tissue concentration of calcium and content of calcium in femur bone in rats, $\bar{x} \pm SD$; n=60

Badana cecha	Pasza Płeć	Pasza podstawowa (PP)	Pasza zmodyfikowana (PZ)	PZ +suplementacja	Wpływ		
					Diety	Plci	Interakcja
Wapń skorygowany w surowicy krwi [mmol/l]	Samce	2,66 ± 0,09 ^a	2,59 ± 0,07 ^a	2,60 ± 0,08 ^a	**	-	-
	Samice	2,75 ± 0,09 ^b	2,63 ± 0,09 ^a	2,57 ± 0,08 ^a			
Wapń w wątrobie [mmol/mg białka]	Samce	9,61 ± 0,18 ^b	8,41 ± 0,03 ^a	9,52 ± 0,31 ^b	**	**	**
	Samice	9,47 ± 0,17 ^b	9,71 ± 0,19 ^a	9,38 ± 0,21 ^b			
Wapń w nerce [mmol/mg białka]	Samce	15,5 ± 0,18 ^b	15,7 ± 0,17 ^b	15,2 ± 0,35 ^a	**	**	**
	Samice	18,5 ± 0,67 ^b	16,1 ± 0,38 ^a	16,2 ± 0,68 ^a			
Wapń w sercu [mmol/mg białka]	Samce	12,7 ± 0,23 ^b	12,1 ± 0,28 ^a	12,9 ± 0,34 ^b	**	**	**
	Samice	13,5 ± 0,11 ^b	13,5 ± 0,41 ^b	13,0 ± 0,17 ^a			
Wapń w mięśni [mmol/mg białka]	Samce	6,52 ± 0,08 ^b	6,79 ± 0,07 ^c	5,85 ± 0,20 ^a	**	*	**
	Samice	6,92 ± 0,57 ^a	9,37 ± 0,66 ^b	10,5 ± 0,42 ^c			
Wapń w kości [mg/g suchej masy tkanki]	Samce	243 ± 5,9 ^a	237 ± 14,8 ^a	266 ± 12,5 ^b	-	-	*
	Samice	239 ± 12,9 ^a	244 ± 13,6 ^a	239 ± 4,8 ^a			

Objaśnienia: ^{a, b, c} – średnie oznaczone literami różnią się między sobą istotnie przy $p \leq 0,05$;

* istotność przy $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$

Tabela 4. Wpływ składu diety i zastosowanej suplementacji na stężenie magnezu w surowicy krwi, tkankowe stężenie magnezu oraz zawartość magnezu w kości udowej badanych zwierząt, $\bar{x} \pm SD$; n=60Diet type and supplementation effects on magnesium concentration in the serum, tissue concentration of magnesium and content of magnesium in femur bone in rats, $\bar{x} \pm SD$; n=60

Badana cecha	Pasza Płeć	Pasza podstawowa (PP)	Pasza zmodyfikowana (PZ)	PZ +suplementacja	Wpływ		
					Diety	Płci	Interakcja
Magnez w surowicy krwi [mmol/l]	Samce	0,98 ± 0,1 ^a	1,03 ± 0,07 ^a	0,99 ± 0,06 ^a	-	-	-
	Samice	0,99 ± 0,08 ^b	1,01 ± 0,06 ^a	0,96 ± 0,06 ^a			
Magnez w wątrobie [mmol/mg białka]	Samce	39,1 ± 0,52 ^{ab}	40,6 ± 3,6 ^b	37,2 ± 0,22 ^a	**	**	*
	Samice	36,4 ± 0,39 ^a	36,3 ± 1,6 ^a	35,8 ± 0,68 ^a			
Magnez w nerce [mmol/mg białka]	Samce	52,6 ± 0,35 ^a	58,0 ± 0,78 ^c	53,7 ± 0,13 ^b	**	**	**
	Samice	53,4 ± 0,22 ^b	52,9 ± 0,13 ^a	55,3 ± 0,21 ^c			
Magnez w sercu [mmol/mg białka]	Samce	81,5 ± 3,30 ^a	84,4 ± 3,9 ^a	82,3 ± 1,77 ^a	**	**	-
	Samice	83,9 ± 0,78 ^a	87,5 ± 0,08 ^b	86,9 ± 0,87 ^b			
Magnez w mięśni [mmol/mg białka]	Samce	86,0 ± 4,07 ^a	97,7 ± 0,99 ^b	88,1 ± 3,8 ^a	**	-	**
	Samice	80,5 ± 3,03 ^a	90,7 ± 6,56 ^b	101 ± 0,43 ^c			
Magnez w kości [mg/g suchej masy tkanki]	Samce	87 ± 4,3 ^a	86 ± 3,1 ^a	88 ± 2,4 ^a	**	**	*
	Samice	75 ± 1,4 ^a	79 ± 2,4 ^b	85 ± 3,3 ^c			

Objaśnienia: ^{a, b, c} – średnie w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się między sobą istotnie przy $p \leq 0,05$;* istotność przy $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$

mięśni było porównywalne do poziomu obserwowanego u zwierząt na paszy podstawowej.

Analizując wpływ składu diety na zmiany tkankowego stężenia wapnia u samic przy zastosowaniu zmiany składu diety obserwowano istotnie mniejsze stężenie wapnia w wątrobie i nerce badanych zwierząt, natomiast w mięśni jego stężenie było istotnie większe w porównaniu do zwierząt żywionych paszą podstawową. Podobne zmiany obserwowano analizując stężenie magnezu w badanych narządach (z wyjątkiem wątroby). Przy zmianie składu diety stwierdzono ponadto większe stężenie magnezu w mięśni sercowym. Magnez jest aktywatorem funkcji wielu enzymów, w tym aminotransferazy alaninowej (ALT) i asparaginowej (AST) w badanych tkankach. Przy wzroście stężenia magnezu wzrasta również aktywność ALT i AST na skutek zwiększonej syntezy tych enzymów [8]. Biorąc pod uwagę ich funkcje fizjologiczne, można domniemywać, że mogą one, przy wymuszonej syntezie białka transportującego magnez, sprzyjać katabolizmowi białek mięśniowych.

Przy zastosowaniu suplementacji diety witaminami stężenie wapnia w wątrobie samic było większe w porównaniu do stężenia obserwowanego u zwierząt na diecie zmodyfikowanej niesuplementowanej, wartości te były porównywalne do obserwowanych u zwierząt żywionych paszą podstawową. Przy zastosowaniu suplementacji mniejsze było tkankowe stężenie wapnia w sercach samic, większe natomiast stężenie wapnia,

a także magnezu, w mięśni szkieletowym. Nie obserwowano istotnego wpływu składu diety i suplementacji na zawartości wapnia w kościach samic, natomiast przy zmianie składu diety stwierdzono większą zawartość w nich magnezu, a zastosowana suplementacja pogłębiała obserwowane zmiany. Witamina B₆ zwiększa wchłanianie magnezu, który następnie może być wbudowywany w tkankę kostną, ponieważ stężenie magnezu w surowicy krwi jest utrzymywane na stałym poziomie i nie zawsze odpowiada statusowi magnezu wewnątrzkomórkowego.

WNIOSKI

Analizując uzyskane wyniki można stwierdzić, że zarówno zmiana składu diety jak i zastosowana suplementacja diety zmodyfikowanej wybranymi witaminami z grupy B wpływały na dystrybucję wapnia i magnezu pomiędzy poszczególnymi narządami i tkankami badanych zwierząt, wpływając prawdopodobnie na ich stan czynnościowy. Wielkość i kierunek zachodzących zmian w większości badanych parametrów uzależnione były od płci badanych zwierząt.

PIŚMIENNICTWO

1. *Carpenter J.W., Mashima T.Y., Rupiper D.J.*: Exotic animal formulary. W.B. Saunders Company, Philadelphia 2001.
2. *Friedrich M., Sadowska J.*: Effects of diet supplementation with B-complex vitamins on fatty tissue accumulation in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2005, 14/55, 2, 189-194.
3. *Friedrich M., Sadowska J.*: Wpływ składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na ilość i skład kwasów tłuszczowych okołonarządowej tkanki tłuszczowej u szczura. *Żyw. Człow. Metab.* 2005, 32, 4, 302-315.
4. *Lee W.T., Leung S.S., Xu Y.C., Wang S.H., Zeng W.P., Lau J., Fairweather-Tait S.J.*: Effects of double-blind controlled calcium supplementation on calcium absorption in Chinese children measured with stable isotopes (^{42}Ca and ^{44}Ca). *Br. J. Nutr.* 1995, 73, 2, 311-321.
5. *Pietruszka B., Brzozowska A.*: Vitamin and mineral supplement use among adults in Central and Eastern Poland. *Nutr. Res.* 1999, 19, 6, 817-826.
6. *Sadowska J.*: Wpływ suplementacji przetworzonej diety witaminami na przemiany węglowodanowo-lipidowe u szczura. Rozprawa doktorska. Akademia Rolnicza w Szczecinie, 2002.
7. StatSoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.
8. *Szpetnar M., Pasternak K.*: Wpływ suplementacji magnezowej na stężenie magnezu i wapnia oraz aktywność aminotransferaz w surowicy krwi i tkankach szczurów. *Biul. Magnezol.* 2000, 5, 2, 96-102.
9. *Waśkiewicz A., Sygnowska E., Piotrkowski W., Dojka E.*: Czy wzbogacanie diety składnikami odżywczymi pochodzącymi z suplementacji wpływa na jakość żywienia i poziom czynników ryzyka chorób układu krążenia? *Żyw. Człow. Metab.* 2004, 31, supl. 2, cz. II, 48-55.

Otrzymano: 04.09.2008

Zaakceptowano do druku: 12.08.2009

