

GRAŻYNA PODLASZEWSKA, MARIOLA FRIEDRICH, JOANNA SADOWSKA

## **OCENA WPŁYWU SKŁADU DIETY I JEJ UZUPEŁNIANIA WYBRANYMI SKŁADNIKAMI MINERALNYMI NA STĘŻENIE KORTYKOSTERONU I BILANS WODNY U SAMCÓW SZCZURA**

### Streszczenie

Celem badań była ocena wpływu składu diety, w której pełne ziarna zbóż zamieniono na białą mąkę i sacharozę, i jej suplementacji składnikami mineralnymi, na stężenia kortykosteronu i wybrane wskaźniki gospodarki wodno-mineralnej u samców szczura.

Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że zmiana składu diety spowodowała istotny spadek stężenia kortykosteronu w surowicy krwi badanych zwierząt, natomiast zastosowanie suplementacji takiej diety wybranymi składnikami mineralnymi, powodowało istotny wzrost stężenia kortykosteronu w porównaniu do grupy niesuplementowanej. Analiza uzyskanych wyników nie wykazała istotnego wpływu zmiany składu diety i zastosowanej suplementacji na ilości pobieranej wody i wydalanego moczu u badanych samców. Natomiast różnice pomiędzy ilością spożytych płynów a ilością wydalanego moczu były statystycznie istotne większe w grupie samców żywionych paszą zmodyfikowaną niesuplementowaną, w porównaniu do zwierząt z grupy żywionej paszą podstawową. Stwierdzono również istotny wpływ zastosowanej suplementacji na zawartość suchej masy w mięśniach badanych zwierząt.

**Słowa kluczowe:** szczury, suplementacja, składniki mineralne, kortykosteron, gospodarka wodno-mineralna

### **Wprowadzenie**

Wyniki wcześniejszych badań wskazują na istotny wpływ składu diety i jej suplementacji wybranymi składnikami mineralnymi na gospodarkę lipidową u szczura. Stwierdzono, że zastosowanie suplementacji diety składnikami mineralnymi (wapniem, magnezem, cynkiem i chromem) powodowało, przy zmniejszonych przyrostach masy ciała, nie tylko istotny wzrost ilości i zmianę lokalizacji gromadzonej tkanki

---

*Mgr inż. G. Podlaszewska, prof. dr hab. M. Friedrich, dr inż. J. Sadowska, Zakład Fizjologii Żywności Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin*

tłuszczowej, ale też zmianę składu kwasów tłuszczowych okołonarządowej tkanki tłuszczowej [2].

Tkanka tłuszczowa jest tkanką bardzo aktywną metabolicznie. Zachodzą w niej nieustannie procesy syntezy i rozkładu triacylogliceroli, a uwalniane kwasy tłuszczowe wywierają na organizm różnorodny wpływ, między innymi poprzez zmiany biosyntezy, wydzielania i transportu glikokortykoidów [1].

Dlatego postanowiono zbadać, na modelu zwierzęcym, czy zastosowane dieta i rodzaj suplementacji, wpływające na stężenia kortykosteronu [3, 4], wywierają również wpływ na wybrane wskaźniki gospodarki wodno-mineralnej.

### **Material i metody badań**

Badania przeprowadzono po uzyskaniu zgody Lokalnej Komisji Etycznej, na 36 samcach szczura szczepu SPRD/MolLod, w wieku 5 - 6 miesięcy, o wyjściowej masie ciała  $490 \pm 27,9$  g. Zwierzęta podzielono na trzy równoliczne grupy żywieniowe, które żywiono *ad libitum* granulowanymi mieszankami wyprodukowanymi w Wytwórni Pasz i Koncentratów w Kcyni. Grupa I otrzymywała mieszankę podstawową, która zawierała m. in. pełne ziarna pszenicy i kukurydzy, grupy II i III mieszankę zmodyfikowaną, w której, w stosunku do mieszanki podstawowej, część pełnych ziaren zbóż zastąpiono mąką pszenną i sacharozą (tab. 1). Zamiana składników paszy zubażała lub pozbawiała ją zastosowanych w suplementacji składników mineralnych, obecnych w okrywie owocowo-nasiennej ziarniaków. Pasze były izokaloryczne i izotłuszczowe (tab. 2).

Do picia zwierzęta grupy I i II otrzymywały odstaną wodę wodociągową. Zwierzęta grupy III, w porze wzmożonej aktywności, otrzymywały 30 ml wodnego roztworu składników mineralnych (wapnia, magnezu, cynku i chromu). Ilość podawanych składników, wyliczana w stosunku do ilości spożywanej codziennie przez zwierzęta paszy, 2 - 4 razy przewyższała różnicę pomiędzy zawartością tych składników w paszy podstawowej i w paszy zmodyfikowanej. Po wypiciu roztworu składników mineralnych zwierzęta dopajano czystą odstaną wodą wodociągową.

Doświadczenie trwało 7 tygodni. W szóstym tygodniu doświadczenia zwierzęta umieszczano w klatkach metabolicznych i po 48 godzinnym kondycjonowaniu, przez okres 24 h określano ilość pobranej wody i wydalonego moczu. Podstawowy bilans wodny wyliczono poprzez odjęcie od ilości wypitych płynów ilości wydalonego moczu.

Po zakończeniu doświadczenia zwierzęta usypiano anestetykiem Ketanest i pobierano krew, w której oznaczano wartość wskaźnika hematokrytowego, a w uzyskanej przez odwirowanie skrzepu surowicy krwi stężenie kortykosteronu – metodą radioimmunologiczną, przy użyciu zestawu odczynników firmy Biomedicals, dostosowanych do analiz krwi szczurów.

Tabela 1

Skład surowcowy pasz zastosowanych w doświadczeniu  
Component composition of feeds used in the experiment

Nazwa komponentu Component	Pasza podstawowa [%] Basic feed [%]	Pasza zmodyfikowana [%] Modified feed [%]
Pszenvica / Wheat	36,4	6
Kukurydza / Corn grain	20	10
Otręby pszenne / Wheat bran	20	20
Serwatka suszona / Dry whey	3	3
Sól pastewna / Fodder salt	0,3	0,3
Śruta sojowa 48% / Soya-bean grain 48%	17	17
Kreda pastewna / Fodder chalk	1,5	1,5
Fosforan 2-CA	0,8	0,8
Premiks LRM	1	1
Mąka pszenna / Wheat flour	-	30,4
Sacharoza / Saccharose	-	10

Tabela 2

Skład chemiczny pasz zastosowanych w doświadczeniu  
Chemical composition of feeds used in the experiment

Składnik Component	Pasza podstawowa [%] Basic feed [%]	Pasza zmodyfikowana [%] Modified feed [%]
Białko ogólne / Total protein	19,1	18,5
Tłuszcz surowy / Crude fat	2,8	2,6
Węglowodany / Carbohydrates	63,8	65,2
Sucha masa / Dry matter	91,8	92,3
Popiół ogólny / Total ash	6,1	6,0
Energia brutto / Brutto energy		
[kcal/g]	3,99	3,98
[kJ/g]	16,73	16,67
Energia metaboliczna / Metabolic energy		
[kcal/g]	3,57	3,52
[kJ/g]	14,95	14,74

Do badań pobrano również tkankę mięśniową (*m. quadriceps femoris*), w której oznaczano zawartość suchej masy według PN-ISO 1442:2000 [7].

Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu komputerowego programu statystycznego Statistica 8.0 z zastosowaniem testu Duncana przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$  i  $\alpha=0,01$ .

### **Wyniki i dyskusja**

Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że zmiana składu diety spowodowała istotny spadek stężenia kortykosteronu w surowicy krwi badanych zwierząt, natomiast zastosowanie suplementacji takiej diety wybranymi składnikami mineralnymi, powodowało istotny wzrost stężenia kortykosteronu w porównaniu do grupy niesuplementowanej. Stężenie to było również wyższe od obserwowanego u samców na paszy podstawowej, ale zmiany te nie uzyskały potwierdzenia statystycznego (tab. 3).

Analiza uzyskanych wyników nie wykazała istotnego wpływu zmiany składu diety i zastosowanej suplementacji na ilość pobieranej wody i wydalanego moczu przez badane samce (tab. 3). Natomiast różnice pomiędzy ilością spożytych płynów a ilością wydalanego moczu były statystycznie istotne większe w grupie samców żywionych paszą zmodyfikowaną niesuplementowaną, w porównaniu do zwierząt z grupy żywionej paszą podstawową. Stwierdzono również istotny wpływ zastosowanej suplementacji na zawartość suchej masy w mięśniach.

Nie stwierdzono wpływu badanych czynników na wartości wskaźnika hematokrytowego.

Stwierdzono, że zamiana pełnych ziaren zbóż na mąkę pszenną i sacharozę powodowała istotny spadek stężenia kortykosteronu we krwi badanych zwierząt. W kontekście wpływu składu zastosowanej diety na stężenia glukozy (6) i co za tym idzie insuliny, stymulującej korę nadnerczy do biosyntezy glikokortykoidów, efekt ten jest trudny do wytłumaczenia. Jednak podobny efekt wpływu obecności w diecie łatwo przyswajalnych węglowodanów na stężenie tego hormonu we krwi, obserwowano u oseków bydłęcych Friedrich (5). Stwierdzono natomiast, że zmiana składu diety sprzyjała zatrzymaniu wody w organizmie badanych zwierząt. I chociaż uważa się, że warunkach fizjologicznych w utrzymywaniu stałej objętości i rozmieszczenia płynów, zawartość takich związków jak glukoza i mocznik ma mniejsze znaczenie, to jednak efekt wpływu zmiany składu diety w tym kontekście okazał się istotny.

Analizując wpływ zastosowanej suplementacji stwierdzono, że istotnie stymulowała ona wzrost stężenia kortykosteronu we krwi. Wydaje się, że przyczyną obserwowanych zmian mogła być, stwierdzona we wcześniejszych badaniach, zmiana składu kwasów tłuszczowych gromadzonej, pod wpływem diety i zastosowanej suplementacji, tkanki tłuszczowej wisceralnej [2], których jedną z fizjologicznych funkcji jest wpływ na biosyntezę, wydzielanie, transport i recepcję w tkankach glikokortykoidów [8].

Tabela 3

Wpływ składu diety i jej suplementacji wybranymi składnikami mineralnymi na stężenia kortykosteronu, bilans wodny, wartość wskaźnika hematokrytowego i zawartość suchej masy w mięśniach u samców szczura, ( $\bar{x} \pm SD$ , n=36)

The influence of diet type and its supplementation of chosen mineral elements on blood concentration of corticosterone, water balance, the value of haematocrit and dry matter content in muscle at male rats ( $\bar{x} \pm SD$ , n=36)

Badany parametr Examined trait	Pasza podstawowa Basic feed a	Pasza zmodyfikowana Modified feed b	Pasza zmodyfikowana + suplementacja Modified feed + supplementation c	Istotność różnic Statistical significant
Kortykosteron / Corticosterone [ng/ml]	115 ± 54,7	44,9 ± 29,8	155 ± 40,2	a-b**, b-c**
Ilość pobranych płynów / Volume of received liquids [ml]	27,7 ± 5,67	31,3 ± 5,5	29,6 ± 5,54	-
Ilość moczu / Volume of urine [ml]	13,0 ± 7,25	11,2 ± 3,35	11,7 ± 3,31	-
Bilans wodny / Water balance [ml]	14,7 ± 8,86	20,1 ± 6,5	17,9 ± 3,89	a-b*
Zawartość suchej masy w mięśniach / Dry matter in muscles [%]	28,18±0,39	28,49±0,49	29,24±0,53	a-c **, b-c**
Hematokryt / Haematocrit [%]	41,5 ± 1,5	42,6 ± 1,7	41,4 ± 1,51	-

\*,\*\* - różnice statystycznie istotne, \*  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$

\*,\*\* - difference significant, \*  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$

Wykazano już, że glikokortykoidy, poza wpływem na różne torę metabolizmu pośredniego, wywierają również istotny wpływ na funkcjonowanie wielu narządów, w tym na nerkę. Ich wpływ na gospodarkę wodno-mineralną polega na zwiększaniu filtracji kłębuszkowej i diurezy oraz hamowaniu uwalniania hormonu antydiuretycznego (ADH). Wywierają one również istotny wpływ na wielkość przestrzeni wodnych.

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że pomimo istotnego wzrostu stężenia kortykosteronu we krwi suplementowanych samców, jego wpływ na gospodarkę wodną ustroju nie do końca zaznaczył się zgodnie z oczekiwaniami. Biorąc pod uwagę ilość wydalonego moczu i bilans wodny można stwierdzić, że w tym zakresie kortykosteron nie wywarł żadnego wpływu. Być może było to związane z faktem, że aktywność glikokortykoidów nie jest tylko związana ze stężeniem wolnych hormonów we krwi, ale też z występowaniem różnych typów 11  $\beta$ -hydroksysteroidowej dehydrogenazy, determinujących wewnątrzkomórkową aktywność glikokortykoidów [9]. Wskazywałyby na to wyniki wcześniejszych badań własnych, w których obserwowano gromadzenie wisceralnej tkanki tłuszczowej i tłuszczu w komórkach wątroby [6].

Analizując natomiast stałość wartości wskaźnika hematokrytowego, przy istotnym wzroście zawartości suchej masy w tkance mięśniowej tej grupy zwierząt, można przypuszczać, że efekt działania hormonu, polegający na przesunięciu płynu wewnątrzkomórkowego do przestrzeni zewnątrzkomórkowych, mógł być wymuszony przez homeostatyczny mechanizm zachowania izowolemii w łożysku naczyniowym i homeostazy osmotycznej.

### Wniosek

Reasumując można stwierdzić, że zmiana składu diety polegająca na zamianie pełnych ziaren zbóż na mąkę pszenną i sacharozę oraz suplementacja takiej diety wybranymi składnikami mineralnymi (Ca, Mg, Zn, Cr) wywiera na organizm tak szeroki i wielotorowy wpływ [2, 3], że może on maskować lub modyfikować wpływ obserwowanego wzrostu stężenia badanego hormonu w zakresie gospodarki wodnej.

### Literatura

- [1] Björntorp P.: Metabolic difference between visceral fat and subcutaneous abdominal fat. *Diabetes Metab.*, 2000, 26, Suppl 3, 10-12.
- [2] Friedrich M., Serwotka J.: Effects of diet composition and supplementation with selected minerals on the content and composition of fatty acids in the perivisceral fat tissue of rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, 15/ 56, 4, 469-475.
- [3] Friedrich M., Serwotka J.: Wpływ suplementowania diety składnikami mineralnymi na gromadzenie tkanki tłuszczowej i stężenia hormonów aktywujących wewnątrzwydzielnicze czynniki lipolityczne u samców szczura. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, 30, ¾, 726-729.
- [4] Friedrich M.: Effect of dietary carbohydrate source and type of on the concentrations of lipolysis-enhancing hormones in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004, 13/54, 2: 209-214.
- [5] Friedrich M.: Effects of diet enrichment with glucose and casein on blood cortisol concentration of calves in early postnatal period. *Arch. Vet. Pol.*, 1995, 35, 117-125.
- [6] Munchow J.: Wpływ składu diety i rodzaju jej suplementacji składnikami mineralnymi na przemiany węglowodanowo-lipidowe u szczura. Rozprawa doktorska, AR Szczecin, 2003.
- [7] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [8] Sarel I., Widmaier E.P.: Stimulation of steroidogenesis in cultured rat adrenocortical cells by unsaturated fatty acids. *Am. J. Physiol.*, 1995, 268, 6Pt2, R1484-R1490.
- [9] Sukhija R., Kahor P., Metha J.L.: Enhanced 11  $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase activity, the metabolic syndrome and systemic hypertension. *Am. J. Cardiol.*, 2006, 98, 544-548.

#### THE ESTIMATION OF THE EFFECT OF DIET COMPOSITION AND ITS SUPPLEMENTATION WITH CHOSEN MINERAL ELEMENTS ON THE CONCENTRATION OF CORTICOSTERONE AND THE WATER BALANCE AT MALE RATS

#### Summary

The aim of a study was the estimation the influence of the composition of the diet and its supplementation with mineral components, on the concentration of corticosterone and chosen indicators of the water-

mineral balance at male rats. Untreated wheat, corn grains, and barley grits in the original diet were isocalorically substituted with wheat flour and sucrose.

Analysis of the results allowed to conclude, that the change in diet composition resulted in a significant reduction in the serum corticosterone concentration. Supplementation of the modified diet with selected minerals resulted in a significant increase of the corticosterone concentration, compared to the animals fed the modified diet without supplementation. The change in diet composition and the supplementation applied did not affect the water uptake and urine excretion in the males. On the other hand, differences between the water uptake and the urine excretion were significantly higher in the males fed the modified diet without supplementation, compared to the animals fed the basic diet. The supplementation applied was found to have affected the muscle tissue dry weight of the animals examined.

**Key words:** rats, supplementation, mineral elements, corticosterone, water-mineral balance ☒