

Pracownia Hodowli Amatorskich i Zwierząt Dzikich Katedry Ekologii i Hodowli Zwierząt Łownych
Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie

MIROSLAW KARPIŃSKI

*Stężenia wybranych makro- i mikroelementów w tkankach
jelenia szlachetnego (Cervus elaphus) i sarny (Capreolus capreolus)
pozyskanych w makroregionie środkowowschodniej Polski. II**

Concentrations of Selected Macro- and Microelements in the Tissues of Red Deer (*Cervus elaphus*)
and Roe Deer (*Capreolus capreolus*) from the Central-Eastern Region of Poland. II

W biotopach pierwotnych, bogatych w urozmaicony żer, zwierzęta wolno żyjące pokrywały swoje zapotrzebowanie na składniki mineralne w sposób naturalny (1). Istnieją jednak regiony z natury ubogie w pierwiastki śladowe, zwłaszcza obszary bagienne, podmokłe czy okresowo zalewane, gdzie pierwotnie bogate, np. w wapń, gleby wykazują niski poziom tego pierwiastka w warstwach powierzchniowych. Wzrost poziomu takich składników, jak: azot, fosfor i potas w glebie, powoduje z kolei zjawisko antagonizmu w stosunku do innych mineralnych składników pokarmowych gleby. Zmiana proporcji miedzi do molibdenu wskutek kwaśnych deszczów wpływa pośrednio na obniżenie się odporności zwierząt, m. in. łosi (11). Przyswajanie pierwiastków śladowych, takich jak Cu, Zn, Fe i Mn, przez organizmy zwierzęce zależy od czynników genetycznych oraz dietetycznych. Dlatego też mogą wystąpić wtórne ich niedobory lub toksyczność spowodowana niewłaściwymi proporcjami w procesach metabolicznych. Metabolizm pierwiastków śladowych, przede wszystkim manganu, regulowany jest w znacznym stopniu czynnikami genetycznymi.

Wszystkie pierwiastki chemiczne występujące w środowisku w nadmiernych ilościach mogą stwarzać warunki stresowe dla światażywionego. Pierwiastki

*Skrót pracy doktorskiej, część II: Mikroelementy (Microelements).

śladowe, a zwłaszcza niektóre z nich, są szczególnie aktywne biologicznie i mogą być szkodliwe ze względu na specyficzną rolę, jaką spełniają w procesach biochemicznych oraz w charakterystycznych interakcjach typu synergicznego lub antagonistycznego. Uznawane za obowiązujące tzw. normy zawartości składników mineralnych w tkankach i płynach ustrojowych są mało precyzyjne i zależą od wielu zmiennych, m. in. cech środowiska i bytujących w nim zwierząt, płci, fazy fizjologicznej cyklu jajnikowego u samic, fazy cyklu poroża u samców, wieku itp. W wielu przypadkach zakres normy przekracza wartości graniczne, dlatego też można stwierdzić, że w obrębie stężeń uznawanych za fizjologiczne mogą się również mieścić stany patologiczne, a z całą pewnością subkliniczne formy zaburzeń w gospodarce mineralnej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły próbki mięśnia szkieletowego poprzecznie prążkowanego (*musculus longissimus dorsi*), mięśnia sercowego, wątroby i nerek od dwóch gatunków dzikich przeżuwaczy: sarny i jelenia szlachetnego, pozyskanych w makroregionie środkowowschodniej Polski (12). Próbkę do badań pobierano w trzech sezonach łowieckich w latach 1995-1998. Ogółem pobrano materiał od 38 jeleni oraz od 49 sarn.

Próbki pobierano z nieschlodzonych tkanek upolowanych zwierząt w punktach skupu dziczyzny. Próbkę umieszczano w sterylnych woreczkach foliowych. W czasie transportu i do czasu analizy chemicznej próbki przechowywano w temp. -5°C .

W pierwszym etapie analizy dokonano mineralizacji próbek na mokro w mieszaninie kwasów azotowego (70% roztwór HNO_3 spektralnie czysty) i nadchlorowego (HClO_4 70%, cz.d.a). Miedź, żelazo, cynk i mangan oznaczano bezpośrednio z podstawowego roztworu mineralizatu względnie po jego rozcieńczeniu. Oznaczenia wykonano techniką atomowej spektroskopii absorpcyjnej na spektrofotometrze absorpcji atomowej (ASA) przy zastosowaniu spektrofotometru UNICAM 939 (13).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji według najmniejszych kwadratów (5) i zestawiono w tabelach, podając liczebności (n), średnie najmniejszych kwadratów (LSM) i ich błędy standardowe (SE).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Najwyższą zawartość miedzi u jeleni zanotowano w wątrobie, najniższą natomiast w mięśniu szkieletowym. Poziom miedzi w nerkach przewyższał poziom tego pierwiastka w mięśniu sercowym. Najwyższą zawartość żelaza zanotowano w wątrobie, najniższą zaś w mięśniu sercowym. Stężenie żelaza w nerkach i mięśniu szkieletowym utrzymywało się na tym samym poziomie. Najwyższą zawartość cynku zanotowano w mięśniu szkieletowym, najniższą natomiast w mięśniu sercowym. Stężenie cynku w nerkach i wątrobie utrzymywało się na zbliżonym pozio-

mie. Najwyższą zawartość manganu zanotowano w wątrobie, najniższą w mięśniu sercowym. Poziom manganu w nerkach przewyższał poziom tego pierwiastka w mięśniu szkieletowym (tab. 1).

Tab. 1. Stężenie mikroelementów (mg/kg masy mokrej) w tkankach jeleni pozyskanych w makroregionie środkowowschodniej Polski
Concentrations of microelements (mg/kg wet weight) in the tissues of red deer from central-eastern region of Poland

Tkanka	Cu			Fe			Zn			Mn		
	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE
Mięsień	38	2,82	0,61	38	53,68	7,90	38	72,53	8,71	38	0,93	0,15
Serce	26	5,42	0,65	26	31,76	5,18	26	33,46	10,05	26	0,62	0,11
Wątroba	26	13,34	2,59	26	92,70	60,09	26	55,48	11,58	26	1,98	0,26
Nerki	26	7,47	2,82	26	53,84	33,49	26	59,84	12,94	26	1,62	0,31

Podobnie jak u jeleni najwyższy poziom miedzi u sarn stwierdzono w tkance wątroby i nerek. Mięśnie szkieletowe cechowała najniższa zawartość tego pierwiastka, nawet w porównaniu z mięśniem sercowym. Najwyższy poziom żelaza stwierdzono w nerkach sarn, najniższy zaś w wątrobie. W mięśniach sercowym i szkieletowym zawartość tego pierwiastka utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Najwyższą zawartość cynku w tkankach sarn zanotowano w mięśniu szkieletowym i nerkach, najniższą w wątrobie. W mięśniu sercowym poziom tego pierwiastka był podobny jak u jeleni. Poziom manganu u sarn najwyższą wartość, podobnie jak u jeleni, osiągnął w tkance wątroby, był jednak ponad dwukrotnie wyższy. W nerkach zawartość tego pierwiastka była zbliżona do zawartości stwierdzonej u jeleni. W mięśniach sercowym i szkieletowym sarn zawartość manganu kształtowała się na zbliżonym poziomie (tab. 2).

Zwierzęta przezuwające są bardzo wrażliwe na niedobory miedzi. W celu prawidłowej oceny niedoboru miedzi w organizmie należy rozróżnić obniżone stężenie tego metalu we krwi od niedoboru rzeczywistego w innych tkankach -

Tab. 2. Stężenie mikroelementów (mg/kg masy mokrej) w tkankach sarn pozyskanych w makroregionie środkowowschodniej Polski
Concentrations of microelements (mg/kg wet weight) in the tissues of roe deer from central-eastern region of Poland

Tkanka	Cu			Fe			Zn			Mn		
	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE
Mięsień	49	3,19	0,56	49	47,86	3,80	49	53,55	6,75	49	1,07	0,21
Serce	45	5,60	0,78	45	51,94	4,28	45	36,61	15,08	45	1,13	0,16
Wątroba	46	16,24	2,57	46	13,97	1,52	46	27,15	6,25	46	4,42	0,36
Nerki	46	11,95	1,22	46	98,41	40,03	46	52,04	7,58	46	1,79	0,17

hypocuprosis. Za dobry wykładnik zasobności organizmu zwierząt w miedź przyjmuje się jej zawartość w wątrobie, jakkolwiek zbyt małe stężenie miedzi w wątrobie wskazuje raczej na fazę opróżniania rezerw organizmu niż deficyt. Opinie co do wartości progowej, przy której pojawiają się zaburzenia metaboliczne i dochodzi do załamania zdrowia, są podzielone, a wartości mogące wskazywać na podkliniczny niedobór są bardzo szerokie i wahają się od 5,1 do 20,3 mg/kg s.m. (6). Zawartość miedzi w wątrobie, również w surowicy, nie świadczy o jej niedoborze, a jedynie o nadmiarze; natomiast zawartość miedzi w nerkach może być bardziej wiarygodnym wskaźnikiem niedoboru tego pierwiastka. Pewnym odniesieniem do dzikich przeżuwaczy mogą być zwierzęta gospodarskie. W badaniach Falandysza (3) w Polsce północnej średnie wielkości stężenia miedzi w wątrobie bydła wynosiły od 5,3 do 35,0 mg/kg mokrej masy, w mięśniach od 0,86 do 2,5 mg/kg świeżej tkanki, w nerkach od 4,6 do 6,6 mg/kg. Monkiewicz i in. (10) podają, że istnieje wysoki współczynnik korelacji pomiędzy stężeniem miedzi w narządach mięsnych a jej poziomem we krwi. Z badań innych autorów (9) wynika, że poziom miedzi w tkankach zwierząt hodowlanych i łownych jest do siebie zbliżony. Ostatnie badania Falandysza (3) na populacji jelenia i sarny Polski północnej przedstawiają wyniki bardzo zbliżone do wyników badań własnych. Niski poziom miedzi w mięśniach kozłów w badaniach własnych można, uwzględniając zdanie niektórych autorów (8), wiązać z bardzo dużym stężeniem cynku w mięśniach kozłów.

Żelazo jest pierwiastkiem stojącym na pograniczu makro- i mikroelementów. Duża zawartość fosforanów i fitynianów w pokarmach upośledza wchłanianie żelaza, a odwrotny wpływ ma dieta bogatobiałkowa i ubogofosforanowa. Pobieranie żelaza przez rośliny zmniejsza się szczególnie w warunkach wysokiego *pH* oraz dużego stężenia wapnia (2). Z badań Falandysza (3) wynika, że stężenie żelaza w narządach wewnętrznych jeleni i sarn z regionów północnej Polski mieściło się: u sarny w mięśniach 26-29 mg/kg, w wątrobie od 26 do 64 mg/kg, nerkach od 82 do 87 mg/kg, u jeleni: w mięśniach od 28 do 31 mg/kg, w wątrobie od 25 do 51 mg/kg, nerkach od 64 do 68 mg/kg.

Rozkład stężeń żelaza w poszczególnych narządach u jeleni w badaniach własnych układał się podobnie. Niska zawartość żelaza i wysoka wapnia w wątrobie sarn i wysoka zawartość żelaza w nerkach w porównaniu z innymi narządami wymaga dokładniejszego wyjaśnienia.

W przypadku cynku istotniejsze znaczenie aniżeli nadmiar ma niedobór tego pierwiastka. Z reguły stwierdzany jest on przy pobraniu nadmiaru antagonistów cynku, a szczególnie takich, jak: wapń, fityna czy związki jodu blokujące tarczycę.

Cynk jest jednym z głównych antagonistów kadmu i ołowiu. Ponieważ te same tereny narażone są jednocześnie na emisję kadmu i ołowiu, których toksyczność dla organizmu zwierząt jest znacznie większa, wysoki poziom cynku na obszarach

narażonych na skażenia kadmem i ołowiem należy rozpatrywać jako zjawisko korzystne. Pewnym odniesieniem do wolno żyjących przeżuwaczy, takich jak jeleni i sarna, są przeżuwacze domowe: krowy, owce i kozy. Stężenie cynku w wątrobach krów w Australii wynosiło 33,94 mg/kg, w Irlandii 44,03 mg/kg, natomiast w Polsce 35,70 mg/kg. Badania nad zawartością metali w tkankach zwierząt łownych prowadzono w Polsce północno-wschodniej oraz regionie legnicko-lubińskim (7) jak również w regionie wielkopolskim (9). Stwierdzono, że poziom cynku w tkankach dzikich przeżuwaczy nie różni się statystycznie istotnie od jego zawartości w tkankach zwierząt hodowlanych. Wyraźnie zauważalna przewaga stężenia cynku w tkance mięśniowej w stosunku do innych tkanek narządowych jest zgodna z ilościowymi proporcjami fizjologicznymi tego pierwiastka. Prawie 66% ogólnoustrojowej puli cynku zawarta jest w mięśniach szkieletowych. W przeprowadzonych badaniach własnych średnie zawartości cynku w poszczególnych tkankach narządowych u jelenia i sarny nie różnią się i z cytowanymi w piśmiennictwie dotyczącym zwierząt domowych jak również dzikich przeżuwaczy.

Zasobna w mangan jest wątroba i mięśnie. Badania (4) wykazały bardzo niewielki związek lub jego brak pomiędzy podażą manganu w paszy a dynamiką zmian jego stężenia w płynach ustrojowych. Rozstęp stężeń manganu w płynach ustrojowych jest bardzo szeroki, co uniemożliwia wyciągnięcie wniosków co do wartości granicznej niedoboru. Przedziały wartości progowej stężenia manganu można wyznaczyć dla świeżej tkanki wątrobowej, dla bydła wynoszą one 1,5-3,0 mg/kg (4). Niektórzy badacze twierdzą, że stężenie manganu poniżej 10 mg/kg s. m. tkanki wątrobowej i 1 mg/kg s. m. tkanki jajnikowej jest potwierdzeniem klinicznych objawów hipomanganozy (6). Badania zawartości manganu w tkankach prowadzono również na zwierzętach łownych (9). Średnie zawartości manganu w poszczególnych narządach jeleni i sarn zanotowane w badaniach własnych wykazały bardzo zbliżone wartości.

WNIOSKI

1. Stosunkowo niska zawartość miedzi w mięśniach szkieletowych jeleni i sarn pozyskanych w makroregionie korespondowała z wysoką zawartością cynku.
2. Stwierdzona niska zawartość żelaza w wątrobie sarn związana była z wysoką zawartością manganu w tym narządzie, co potwierdza antagonizm pomiędzy tymi pierwiastkami.
3. Nie stwierdzono stanów niedoborowych i nadmiaru miedzi, żelaza, cynku i manganu w badanych tkankach u jeleni i sarn pozyskanych w makroregionie środkowowschodniej Polski.

PIŚMIENICTWO

1. Brzuski P., Bresiński W., Hędrzak M.: Wiek i środowisko jako czynniki determinujące fenotyp sarny. Polski Związek Łowiecki, Warszawa 1998.
2. Ciepał R.: Przenikanie S, Pb, Cd, Zn, Cu i Fe do biomasy oraz gleby ekosystemu leśnego (na przykładzie wschodniej części województwa katowickiego). Znaczenie bioindykacyjne. Rozprawa naukowa., Uniwersytet Śląski, Katowice 1992.
3. Falandysz J.: Some Toxic and Trace Metals in Big Game Hunted in the Northern Part of Poland in 1987-1991. The Science of the Total Environment 141, 59-73, 1994.
4. Gehrke M., Lachowski A.: Diagnostyka laboratoryjna niedoboru manganu u przeżuwaczy. Mag. Wet., t. 5, 3, 231, 1996.
5. Harvey W.R.: Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Ohio State University, 90, 1990.
6. Jaśkowski J., Lachowski A., Gehrke M.: O diagnozowaniu i ocenie niedoboru miedzi, selenu, kobaltu i manganu u bydła i owiec. Med. Wet., 49, 7, 306, 1993.
7. Kryński A., Wrzesień R.: Skażenia zwierzyny grubej metalami ciężkimi – aspekty poznawcze i praktyczne. Łowiec Polski, 12, 27, 1994.
8. Lachowski A., Gehrke M., Węsierski K., Kuczyńska J.: Proces adaptacji bydła do środowiska niedoborowego pod względem miedzi. Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Konferencja naukowa 8-9 IX 1994, Poznań, 121, 1994.
9. Michalska K., Żmudzki J.: Zawartość metali w tkankach dzików, saren i jeleni w regionie wielkopolskim. Med. Wet., 48, 4, 160, 1992.
10. Monkiewicz J., Palasz A., Radzanowska G.: Badania nad możliwościami przyżyciowego określania stężeń Pb, Cu i Zn w narządach krów. Med. Wet., 47, (5), 219-221, 1991.
11. Szukiel E.: Wpływ skażeń środowiska na zwierzęta lasów i pól. Agencja Reklamowo-Wydawnicza Arkadiusz Grzegorzczak, Warszawa 1996.
12. Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A.: Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa 1990.
13. Wierciński J.: Ogólne zasady przygotowania materiału biologicznego do analiz składników chemicznych instrumentalnymi metodami Centralnego Laboratorium Aparaturowego. Lublin 1984.

SUMMARY

Evaluation was made of the content of copper, iron, zinc and manganese in the soft tissues (skeletal muscle, heart muscle, liver and kidney) of 38 red deer (*Cervus elaphus*) and 49 roe deer (*Capreolus capreolus*) from the central-eastern macro-region of Poland.

The analysis of the results proved that the highest manganese concentration was found in the liver of roe deer from the central-eastern macro-region of Poland.

Because the iron and manganese are antagonists, this result corresponds to a low level of iron in this tissue.

A similar tendency could be observed in both specimens between zinc and copper, especially in skeletal muscles.

The level of tested microelements was physiological.