

Wpływ gazowych zanieczyszczeń powietrza na poziom elementów mineralnych we krwi lisów polarnych (*Alopex lagopus*)*

**Bożena Nowakowicz-Dębek, Anna Chmielowiec-Korzeniowska,
Leon Saba, Hanna Bis-Wencel**

Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Przeprowadzono badania w celu wykazania wpływu gazowych zanieczyszczeń powietrza na poziom niektórych elementów mineralnych we krwi lisów polarnych. Zwierzęta przebywające w fermie w kłatkach (system pawilonowy) stanowiły grupę kontrolną, zaś grupę doświadczalną umieszczono w pomieszczeniu z zachowanym przepływem powietrza zewnętrznego. Lisy przez cały okres badań otrzymywały zbilansowane dawki pokarmowe (na podstawie norm żywienia zwierząt futerkowych) i dostosowane do grupy wiekowej. Istotę warunków utrzymania, jako czynnika determinującego zawartość elementów mineralnych w surowicy, potwierdziła analiza koncentracji magnezu i fosforu. Poziom magnezu był wyższy (różnice statystycznie wysoko istotne) w przypadku zwierząt z grupy doświadczalnej w porównaniu do zwierząt z grupy kontrolnej. W przypadku fosforu nieorganicznego statystycznie istotnie wyższy jego poziom stwierdzono u zwierząt z grupy kontrolnej. Zawartość Ca w surowicy lisów w obu grupach była zgodna z wartościami referencyjnymi, zaś poziom Fe był wyższy od tych wielkości.

SŁOWA KLUCZOWE: lisy polarne / zanieczyszczenie powietrza / poziom elementów mineralnych we krwi

Zachowanie dobrostanu, kiedy to zwierzę pozostaje w harmonii ze swoim otoczeniem, staje się sprawą obligatoryjną dla gospodarstw specjalizujących się w hodowli zwierząt wraz z wejściem Polski do Unii Europejskiej. Uzyskanie wysokich efektów hodowlanych i produkcyjnych, przy zachowaniu stosunkowo niskich kosztów utrzymania, wymaga stosowania zabiegów prowadzących do optymalizacji warunków utrzymania zwierząt. Możliwe jest to tylko wtedy, gdy rozpoznane będą w pełni czynniki

* Praca finansowana ze środków KBN w latach 2003-2004, jako projekt badawczy nr 3 PO6Z 054 24

wpływające na stan zdrowia i produktywność zwierząt, a także mechanizmy obronne i skutki, powstałe w organizmie zwierzęcym w wyniku niekorzystnych ekspozycji. Przy obecnych tendencjach powiększania gospodarstw, często obok czynnika biologicznego (wirusy, bakterie, grzyby) pojawia się czynnik chemiczny [8, 4, 9]. Mieszanie zanieczyszczeń chemicznych powietrza stanowią związki o charakterze odorogennym, często toksycznym, a nawet kancerogennym. Zanieczyszczenia te po wniknięciu do organizmu, jak większość ksenobiotyków, mogą prowadzić do szeregu zmian, a nawet zaburzeń. W badaniach na zwierzętach laboratoryjnych wykazano, że związki te zakłócają gospodarkę hormonalną, enzymatyczną, prowadząc często do zmian fizjopatologicznych, a także, pośrednio lub bezpośrednio, do obniżenia odporności zwierząt [3, 4, 5, 6].

Można zatem pokusić się o pytanie: Czy zanieczyszczenia te mogą wpływać również na gospodarkę mineralną organizmu, od której zależy wzrost, rozwój, płodność, produktywność, stan zdrowotny, budowa kośćca, przemiana składników pokarmowych, synteza witamin, enzymów, czy produkcja hormonów u zwierząt?

Celem przeprowadzonych badań było wykazanie wpływu gazowych zanieczyszczeń powietrza na poziom elementów mineralnych we krwi lisów polarnych.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w fermie położonej w południowo-wschodniej części naszego kraju. W okresie prowadzenia badań w fermie znajdowało się około 50 lisów polarnych stada podstawowego (*Alopex lagopus*). Zwierzęta utrzymywane w klatkach w systemie pawilonowym stanowiły grupę kontrolną (20 sztuk). Grupę doświadczalną (20 sztuk) umieszczono w klatkach w pomieszczeniu zamkniętym, zachowując jednak stały przepływ powietrza zewnętrznego. Równocześnie w obu grupach prowadzono monitoring czystości powietrza z wykorzystaniem technik kolorymetrycznych i chromatografii gazowej [2, 4].

Lisy przez cały okres badań otrzymywały zbilansowane dawki pokarmowe (na podstawie norm żywienia zwierząt futerkowych) i dostosowane do grupy wiekowej [1, 7]. Wszystkie zwierzęta objęte były opieką zootechniczno-weterynaryjną.

Krew do badań pobierano czterokrotnie z żyły dostopowej (*vena saphena parva*). W surowicy określano wybrane elementy mineralne (Ca, Fe, Mg, P-nieorganiczny), wykorzystując zestawy diagnostyczne firmy Cormay oraz metodę suchej biochemii na aparacie VITROS 250.

Dane opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji dla nieortogonalnej potrójnej klasyfikacji krzyżowej przy restrykcjach ważonych.

Wyniki i dyskusja

Oznaczanie elementów mineralnych w surowicy krwi jest jedną z istotnych metod oceny stopnia mineralnego zaopatrzenia zwierząt, a także wskaźnikiem obrazującym stan fizjologiczny i patologiczny organizmu, zmian poziomu żywieniowego zwierząt

i ogólnego obrazu środowiskowego. Średnie koncentracje oznaczanych makroelementów (Ca, Mg, P) i żelaza w surowicy lisów polarnych w zależności od warunków utrzymania przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 – Table 1

Poziom elementów mineralnych w surowicy lisów polarnych objętych doświadczeniem
Mineral element levels in polar fox serum under study

Wyszczególnienie Specification	Ca (mg/dl)		Fe (µg/dl)		Mg (mg/dl)		P (mg/dl)	
	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$
Grupa kontrolna (klatki w systemie pawilonowym) Control group (cage in pavilion system)	9,74	1,87	227,87	48,41	2,65 ^A	0,37	5,86 ^a	0,55
Grupa doświadczalna (klatki w systemie zamkniętym) Experimental group (cage in closed system)	9,88	0,39	209,92	48,99	3,29 ^A	0,49	5,44 ^a	0,32
Ogółem – Total	9,81	0,86	220,22	52,0	2,97	0,35	5,65	0,49

Średnie oznaczone tymi samymi literami różnią się od siebie (w obrębie kolumn i grup doświadczalnych) istotnie: a – przy $P \leq 0,05$, A – przy $P \leq 0,01$

Means denoted with the same letters differ significantly (within each column and treatment groups): a – at $P \leq 0,05$, A – at $P \leq 0,01$

U lisów objętych doświadczeniem tylko średnia zawartość wapnia w surowicy była w granicach wartości referencyjnych dla lisów polarnych [8, 10]. Poziom Fe i Mg był wyższy od poziomów referencyjnych, wynoszących dla Fe 94-122 µg/dl, a dla Mg – 1,7-2,9 mg/dl. W przypadku fosforu uzyskano niższe wartości od wartości referencyjnych, wynoszących dla lisów polarnych 7 mg/dl [8, 10].

Przeprowadzone badania wykazały u lisów w grupie kontrolnej średnią koncentrację żelaza na prawie dwukrotnie wyższym poziomie niż wartości referencyjne, w grupie doświadczalnej jego koncentracja była nieznacznie niższa. Obserwowany wzrost zawartości tego pierwiastka należy wiązać z podawaniem lisom premiksu (GUYOFOX) mineralno-witaminowego, zawierającego łatwo przyswajalne formy żelaza. Wysoki poziom Fe może pojawić się również przy spadku liczby krwinek czerwonych, wystąpieniu zmian zwyrodnieniowych wątroby, czy nerek [10]. Badania histopatologiczne lisów obu grup, wykazały znaczne zmiany zwyrodnieniowe w obrębie nerek i wątroby, a nasilenie ich było nieznacznie większe u zwierząt grupy doświadczalnej. Badania potwierdzają więc tę hipotezę. Istotę warunków utrzymania, jako czynnika determinującego zawartość mikro- i makroelementów w surowicy krwi, potwierdziła analiza koncentracji magnezu i fosforu. Poziom magnezu był wyższy (statystycznie wysoko istotnie) w przypadku zwierząt z grupy doświadczalnej niż z kontrolnej. Natomiast statystycznie istotnie wyższy poziom fosforu stwierdzono u zwierząt z grupy kontrolnej. Średnie jego zawartości wynosiły: 5,86 mg/dl w grupie kontrolnej i 5,44 mg/dl w grupie doświadczalnej.

Tabela 2 – Table 2

Poziom Ca w surowicy lisów polarnych (mg/dl) w kolejnych pobraniach
Ca level in polar fox serum (mg/dl) at successive collections

Wyszczególnienie Specification	Płeć Sex	Kolejne pobrania – Successive collections									
		I		II		III		IV		ogółem – total	
		\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$
Grupa kontrolna (klatki w systemie pawilonowym) Control group (cage in pavilion system)	samice females	10.72	0.87	9.79	0.33	7.74	3.74	8.33	2.48	9.14 ^A	1.13
	samce males	10.94	0.75	9.42	0.56	11.05	0.65	9.97	0.90	10.34 ^A	0.46
Grupa doświadczalna (klatki w systemie zamkniętym) Experimental group (cage in closed system)	samice females	10.35	0.36	9.44	0.42	9.52	0.81	9.93	1.03	9.81	0.36
	samce males	10.66	0.49	10.38	0.39	9.61	0.65	9.13	0.69	9.94	0.39
		10.66 ^{ab}	0.65	9.76	0.66	9.48 ^a	0.38	9.34 ^b	0.65	9.81	0.86
Razem – Total											

Zapotrzebowanie organizmu na składniki pokarmowe, w tym elementy mineralne, zależy od gatunku zwierzęcia, rasy, wieku, płci, tempa wzrostu, zdolności produkcyjnych oraz stanu zdrowia [1, 7]. Przeprowadzona analiza omawianych elementów wykazała różnice w obrębie badanych grup zwierząt, gdzie czynnikiem różnicującym była płeć i kolejne pobrania prób (tab. 2, 3, 4, 5). Spadek zawartości Ca, potwierdzony statystycznie, odnotowano w przypadku samic z grupy kontrolnej (tab. 2). Podczas, gdy koncen-

Tabela 3 – Table 3

Poziom Fe w surowicy lisów polarnych ($\mu\text{g/dl}$) w kolejnych pobraniach
Fe level in polar fox serum ($\mu\text{g/dl}$) at successive collections

Wyszczególnienie Specification	Płeć Sex	Kolejne pobrania – Successive collections									
		I		II		III		IV		ogółem – total	
		\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$
Grupa kontrolna (klatki w systemie pawilonowym) Control group (cage in pavilion system)	samice females	244.29	51.59	231.71	38.96	237.57	60.81	207.86	28.04	230.36	34.88
	samce males	228.67	66.32	227.33	62.06	222.33	34.20	220.67	36.43	224.75	37.37
Grupa doświadczalna (klatki w systemie zamkniętym) Experimental group (cage in closed system)	samice females	228.00	83.92	205.83	43.44	214.17	67.13	192.17	23.13	210.04	38.86
	samce males	232.17	59.68	232.33	42.81	183.50	36.01	208.17	49.31	214.04	26.47
		233.92	76.98	226.60	44.66	215.24	76.90	207.24	63.22	220.22	34.52
Razem – Total											

Tabela 4 – Table 4

Poziom Mg w surowicy lisów polarnych (mg/dl) w kolejnych pobraniach
Mg level in polar fox serum (mg/dl) at successive collections

Wyszczególnienie Specification	Płeć Sex	Kolejne pobrania – Successive collections									
		I		II		III		IV		ogółem – total	
		\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$
Grupa kontrolna (klatki w systemie pawilonowym) Control group (cage in pavilion system)	samice females	2,62	0,39	3,00	1,26	2,14	0,29	2,86	0,56	2,65	0,45
	samce males	2,61	0,16	3,10	1,36	2,20	0,24	2,64	0,40	2,64	0,31
Grupa doświadczalna (klatki w systemie zamkniętym) Experimental group (cage in closed system)	samice females	2,75	0,21	3,53	0,56	4,58	1,35	3,06	0,63	3,48	0,47
	samce males	3,03	0,38	2,57	0,20	3,71	0,95	3,18	0,40	3,12	0,31
Razem – Total		2,75	0,45	3,05	0,33	3,16	0,68	2,93	0,29	2,97	0,35

tracja Ca w surowicy samic wynosiła średnio 9,14 mg/dl, u samców poziom tego pierwiastka kształtował się na poziomie 10,34 mg/dl. Porównując pozostałe pierwiastki nie wykazano tej zależności. Czynnikiem różnicującym w przypadku Ca i P nieorganicznego były pobrania krwi. W kolejnych pobraniach, wraz z wydłużaniem się czasu ekspozycji

Tabela 5 – Table 5

Poziom fosforu nieorganicznego w surowicy lisów polarnych (mg/dl) w kolejnych pobraniach
Inorganic phosphorus level in polar fox serum (mg/dl) at successive collections

Wyszczególnienie Specification	Płeć Sex	Kolejne pobrania – Successive collections									
		I		II		III		IV		ogółem – total	
		\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$	\bar{x}	$\pm Sd$
Grupa kontrolna (klatki w systemie pawilonowym) Control group (cage in pavilion system)	samice females	5,79	1,02	5,76	0,50	5,80	0,42	6,79	1,09	6,04	0,42
	samce males	5,67	0,75	5,07	0,70	5,08	0,78	7,05	0,87	5,72	0,36
Grupa doświadczalna (klatki w systemie zamkniętym) Experimental group (cage in closed system)	samice females	5,55	0,58	7,14	1,48	5,56	0,72	5,17	0,78	5,85	0,41
	samce males	5,71	0,68	5,62	1,21	4,52	0,80	4,24	0,61	5,02	0,63
Razem – Total		5,67	0,37	5,90 ^a	1,99	5,22 ^a	0,82	5,77	0,77	5,64	0,49

zycji na zanieczyszczenia, malała zawartość wapnia we krwi lisów (tab. 2). Istotne różnice odnotowano dla zawartości fosforu pomiędzy II a III pobraniem, w przypadku Ca – między I a III oraz I a IV pobraniem (tab. 5). Uzyskane wielkości poziomów elementów mineralnych nieznacznie różniły się od opisanych przez Szałowską i wsp. [9].

Na wchłanianie i dostępność elementów mineralnych wpływają liczne czynniki pokarmowe. Różna jest także ich droga wchłaniania. Większość elementów wchłaniana jest w jelicie cienkim, a o ich dostępności decydują nerki. Wchłanianie następuje w kanalikach nerkowych na zasadzie transportu biernego, który zależy również od wielu innych czynników, w tym i poziomu hormonów, np. przytarczyc (PTH – ułatwia resorpcję magnezu w kłębuszkach). Działanie nefrotoksyczne zanieczyszczeń może obniżać wchłanianie tych elementów. Upośledzenie funkcji nerek może zatem zmniejszać obecność elementów mineralnych we krwi. Agresywność, jaką charakteryzują się związki chemiczne zanieczyszczające powietrze, może również zakłócać transformację i występowanie jonów. Pytanie więc, czy zanieczyszczenia chemiczne, które drogą wziewną są deponowane w organizmie mają wpływ na gospodarkę mineralną, jest zatem w pełni uzasadnione.

PIŚMIENNICTWO

1. BARABASZ B., BIELAŃSKI P., NIEDŹWIADEK S., SŁAWOŃ J., 1994 – Normy żywienia mięsożernych i roślinożernych zwierząt futerkowych. IFiZZ PAN, Jabłonna.
2. BARTULEWICZ J., GAWŁOWSKI J., BARTULEWICZ E., 1997 – Zastosowanie chromatografii gazowej i ciekzowej do analizy zanieczyszczeń środowiska. Państwowa Inspekcja Środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
3. MENG Z., 2003 – Oxidative damage of sulfur dioxide inhalation on brains and livers of mice. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 13, 1-8.
4. NOWAKOWICZ-DĘBEK B., ŁOPUSZYŃSKI W., 2004 – Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zmiany w organizmie lisów polarnych. *Medycyna Weterynaryjna* 60 (8), 845-848.
5. NOWAKOWICZ-DĘBEK B., ONDRAŠOVIČ O., VARGOVA M., 2004 – The influence of increased concentrations of volatile gaseous substances on selected liver profile parameters in the blood serum of the polar fox (*Alopex lagopus*). *Folia Vet.* 48, 1, 39-42.
6. NOWAKOWICZ-DĘBEK B., SABA L., ONDRAŠOVIČ M., BIS-WENCEL H., RÓŻAŃSKI P., WNUK W., VARGOVA M., 2004 – The influence of air pollution on lysozyme activity in the polar fox (*Alopex lagopus*). *Folia Vet.* 48, 1, 43-45.
7. NOWAKOWICZ-DĘBEK B., ZOŃ A., SABA L., MAZUR A., 2005 – Wpływ gazowych zanieczyszczeń powietrza na wybrane wskaźniki rozrodu lisów niebieskich (*Alopex lagopus*). *Zeszyty Naukowe AR Wrocław* (przyjęta do druku).
8. Podstawy hodowli lisów i norek. Profilaktyka i zwalczanie chorób. Praca zbiorowa pod red Z. Glińskiego i K. Kostro. PWRiL, Warszawa 2002.
9. SZĄŁOWSKA D., JEŹEWSKA G., JAKUBCZAK A., RUPEĆ Z., 1999 – Porównanie poziomu niektórych wskaźników morfologicznych i chemicznych krwi u lisów pospolitych i polarnych. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 42, 97-103.
10. WINNICKA A., 1997 – Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wyd. SGGW, Warszawa.

Influence of gaseous air pollutants on the mineral element level in polar fox blood (*Alopex lagopus*)

S u m m a r y

The investigations were conducted to determine the impact of air gaseous pollutants on a level of some mineral elements in polar fox blood. The animals kept at the farm constituted the control, while the treatment group was maintained in the closed chamber with outer air flow supplied. Throughout the experimental period the foxes received the same balanced feed rations in accordance with the feeding standards and age requirements for furry animals. The significance of the maintenance conditions as a determinant of mineral elements content in serum was confirmed by the magnesium and phosphorus concentration analyses. A magnesium level proved to be statistically far higher in the case of the treatment group compared to the control. In case of inorganic phosphorus, the statistically higher levels were reported in the control group. A Ca content in the fox serum in both groups corresponded to the reference values, while the Fe level was higher than these values.

