

Procesy adaptacyjne lisa polarnego w zmienionym środowisku*)

HELIODOR WIERZBICKI, PIOTR PRZYSIECKI*,
ELŻBIETA GORAJEWSKA**, ANDRZEJ FILISTOWICZ**

Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt AR, ul. Koźuchowska 7, 51-631 Wrocław

*Instytut Rolnictwa i Ekonomii Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej, ul. Mickiewicza 5, 64-100 Leszno

**Instytut Hodowli Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt AR, ul. Chelmońskiego 38d, 51-631 Wrocław

Wierzbicki H., Przysiecki P., Gorajewska E., Filistowicz A.

Adaptation of the arctic fox (*Alopex lagopus*) to the new environmental conditions

Summary

A group of 10 arctic foxes (5 males and 5 females) were studied during their adaptation to new environmental conditions. Behavioral and hormonal responses to the changed environment were evaluated by observing the individuals' behavior as well as testing the changes in the level of cortisol and testosterone in the foxes' blood plasma during the first 2 months of adaptation. The effect of the new environment on semen quality and number of mated females in males, and onset of oestrus in females was studied as well. The results obtained in the experimental group of foxes were compared with the corresponding results found in the control group. It was discovered that the new-environment-stress clearly altered the behavior of foxes in the first 10 days of adaptation. The animals were nervous and vigilant and they reduced fodder intake. During the breeding season males from the experimental group mated less females than males from the control group. The quality of semen in both groups of males was low, but the reason for that could be that it was the end of the breeding season when the semen was taken and tested. Females from the experimental group went into heat markedly later than the ones from the control group. The level of cortisol and testosterone in the blood plasma of foxes from the experimental group changed in a manner typical (although individual variability occurred) of animals that were under stress when adapting to new environmental conditions.

Keywords: arctic fox, behavior, cortisol, testosterone

Hodowla zwierząt futerkowych jest stosunkowo młodą dziedziną, liczącą nieco ponad 100 lat. Większość gatunków zwierząt futerkowych hodowanych przez człowieka uważana jest za nieudomowione, a proces ich domestykacji ciągle trwa. Lis polarny (*Alopex lagopus*) jest jednym z gatunków o największym znaczeniu dla producentów skór zwierząt futerkowych. Pierwsze fermy lisa polarnego pojawiły się pod koniec XIX wieku w Ameryce Północnej, a w Polsce intensywny rozwój fermowej hodowli tego gatunku nastąpił po II wojnie światowej wraz z importem zwierząt hodowlanych ze Skandynawii. Zwyczajowo ferma lisa stanowiła odrębną jednostkę hodowlaną, w której obrębie użytkowane rozplodowo były samce i samice stada podstawowego. Nie dochodziło więc do przepływu genów pomiędzy fermami. Konkurencja na światowych rynkach skór zwierząt futerkowych zmusiła hodowców do przyspieszenia postępu hodowlanego, co wiązało się z zaostreniem selekcji oraz wymianą najlepszych zwierząt pomiędzy fermami. W wielu przypadkach import zwierząt nie spełnił pokładanych w nim nadziei. Jedną

z przyczyn tego stanu rzeczy mógł być stres adaptacyjny, który szczególnie silnie zaznacza się u zwierząt przechodzących proces domestykacji.

W środowisku naturalnym stres ma często działanie stymulujące. Jednak w warunkach chowu fermowego lisa polarne narażone są na działanie wielu czynników stresujących, pozbawiających je możliwości zaspokojenia potrzeb behawioralnych i zmysłowych, co w konsekwencji prowadzi do dyskomfortu fizycznego i psychicznego manifestującego się zmianami fizjologicznymi w organizmie oraz zmianami zachowania (2). Najsilniejsze reakcje organizmu powodowane są przez transport i chwytanie zwierząt, ich izolację oraz zmianę środowiska fermowego. W przypadku lisa polarnego, który ciągle wykazuje wiele zachowań charakterystycznych dla jego dzikich przodków (6), jednym z najtrudniejszych okresów jest adaptacja zwierząt importowanych do nowych warunków środowiskowych. Adaptacja obejmuje szeroki zakres reakcji behawioralnych, nerwowych, hormonalnych, hemodynamicznych, odpornościowych i metabolicznych (16).

Celem badań było poznanie procesów adaptacji lisa polarnego do nowych warunków środowiskowych po-

*) Badania finansowane przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji, grant 3 P06D 018 23.

przez obserwację zachowania się zwierząt oraz badanie zmian poziomu hormonów stresowych w pierwszych dwóch miesiącach adaptacji. Ponadto podjęto próbę oceny wpływu stresu adaptacyjnego na niektóre funkcje organizmu związane z reprodukcją.

Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono w okresie od grudnia 2003 r. do kwietnia 2004 r., w dwóch fermach produkcyjnych lisów – jednej zlokalizowanej w woj. łódzkim, a drugiej w woj. wielkopolskim, oddalonych od siebie o około 280 km. Wstępną część doświadczenia, polegającą na wyborze zwierząt do grupy doświadczalnej (10 osobników – 5 samic i 5 samców urodzonych w jednym roku i należących do tego samego typu barwnego) przeprowadzono w fermie zlokalizowanej w woj. łódzkim. Następnie wybrane zwierzęta przewieziono do drugiej fermy, gdzie przeprowadzono zasadniczą część doświadczenia. Po przewiezieniu, na czas kwarantanny trwającej miesiąc, lisy umieszczono w pawilonie dwurzędowym, w klatkach o wymiarach 200 × 100 × 80 cm. Po tym okresie zwierzęta grupy doświadczalnej przeniesiono do klatek wolno stojących i utrzymywano po jednym osobniku w klatce. Zwierzęta karmiono raz dziennie, cztery razy w tygodniu. Grupę kontrolną skompletowano ze zwierząt utrzymywanych w fermie doświadczalnej (woj. wielkopolskie). Stanowiło ją 10 lisów polarnych (5 samic i 5 samców) urodzonych w tym samym roku co zwierzęta grupy doświadczalnej i należących do tego samego typu barwnego. Zwierzęta te przebywały w klatkach wolno stojących o takich samych rozmiarach, jak klatki zwierząt grupy doświadczalnej. W celu poznania procesu adaptacji lisów polarnych do nowych warunków środowiskowych przeprowadzono obserwacje behawioralne oraz badania biochemiczne krwi i nasienia.

Obserwacje behawioralne. Ocenę zachowania się lisów polarnych w nowym środowisku przeprowadzono w dwóch pierwszych dniach doświadczenia, a następnie od 6. do 10. dnia oraz w 22. dniu po przewiezieniu lisów do nowej fermy. Czas obserwacji wynosił 1,5 godziny dziennie (30 min. przed i 60 min. po podaniu karmy), a zachowania lisów rejestrowano za pomocą kamery cyfrowej. Obserwator pozostawał w zasięgu wzroku lisów, około 3 metry od klatek. Wyniki obserwacji zostały uogólnione i porównane z zachowaniem się lisów grupy kontrolnej. W czasie trwania sezonu rozplodowego, oceniono zachowania kopulacyjne samców z obu grup, a także obserwowano początek cykli rujowych samic z grupy kontrolnej i doświadczalnej.

Badania biochemiczne krwi i nasienia. W celu prześledzenia procesu adaptacji lisów do nowych warunków środowiskowych we krwi obwodowej określono poziom kortyzolu i testosteronu. Krew od lisów grupy doświadczalnej pobrana została tuż przed transportem (w fermie macierzystej, w celu określenia poziomu podstawowego badanych hormonów), a następnie w 1., 6. i 10. dniu adaptacji do nowych warunków środowiskowych oraz w trakcie przygotowań do sezonu rozplodowego (w 62. i 67. dniu po przetransportowaniu do nowej fermy). W tych samych dniach pobierano również krew od lisów grupy kontrolnej. Krew w ilości 1-3 ml pobierano z *vena cephalica antebrachii* w czasie do 3 min. od momentu schwytania zwierzęcia (próbki krwi, które nie spełniały tego warunku nie były brane pod uwagę w dalszych analizach – stąd różne liczebności grup w poszczególnych pobraniach). W czasie pobierania krwi zwierzęta nie miały kontaktu mię-

dy sobą. Krew do oznaczeń pobierała zawsze ta sama osoba, w ten sam sposób i o tej samej porze dnia. Po pobraniu przechowywano ją przez 12 godz. w temperaturze ok. 30°C do momentu powstania skrzepu, a następnie wirowano. Tak uzyskaną surowicę krwi przechowywano w temperaturze -18°C do czasu analizy laboratoryjnej. Kortyzol i testosteron oznaczano metodą radioimmunologiczną z wykorzystaniem odczynników firmy DPC Biermann. Kortyzol oznaczono metodą opisaną przez Ruder (23), a testosteron metodą Demetriou (5). Współczynniki zmienności wewnątrz- i międzyoznaczeniowej wynosiły odpowiednio: dla kortyzolu 4% i 9,5%, a dla testosteronu 4,2% i 11%.

Nasienie samców grupy doświadczalnej i kontrolnej pobierano metodą masturbacji w ostatnim tygodniu kwietnia. Po wstępnej ocenie makroskopowej określano koncentrację plemników w jednostce objętości nasienia, liczbę plemników ruchliwych i rodzaj ich ruchu oraz odsetek plemników wykazujących anomalie pierwotne i wtórne. Uzyskane wyniki porównano z normami przyjętymi dla nasienia lisów polarnych (27). Koncentrację oraz zmiany w budowie morfologicznej plemników oceniano zgodnie z nomenklaturą podaną przez Bielańskiego (3), a rozmazy nasienia barwiono i oceniano metodą Watsona (26).

Analiza statystyczna. Uzyskane dane, po transformacji logarytmicznej, poddano analizie statystycznej za pomocą pakietu statystycznego SAS. Do oceny wpływu grupy, płci i kolejnego pobrania krwi na poziom kortyzolu i testosteronu w surowicy krwi, zastosowano procedurę GLM (General Linear Models). Analizę wariancji przeprowadzono z zastosowaniem modelu liniowego zawierającego stałe efekty grupy (doświadczalna, kontrolna), płci (samiec, samica), kolejnego pobrania krwi oraz interakcje pomiędzy tymi efektami. Istotności różnic pomiędzy średnimi w grupach przetestowano za pomocą testu Scheffego.

Wyniki i omówienie

Behawior lisów polarnych w nowym środowisku. Zachowanie się lisów polarnych grupy kontrolnej przyjęto za typowe, odzwierciedlające normalny behawior tego gatunku w warunkach chowu fermowego. Podczas kolejnych dni obserwacji nie zauważono istotnych zmian w zachowaniach tych zwierząt.

Po przewiezieniu lisów do nowej fermy zauważono, że zareagowały one na zmianę otoczenia. Największe nasilenie reakcji na nowe środowisko zaobserwowano w pierwszych dniach po przewiezieniu. Obserwowane osobniki pozostawały niespokojne, nerwowe i czujne, gwałtownie reagując na wszelkie odgłosy i zmiany otoczenia. Nie wykazywały zainteresowania porą karmienia, żerowały w sposób nerwowy, a pokarm pobierały niechętnie. W kolejnych dniach obserwacji zauważono mniejszą nerwowość, a więcej zachowań o charakterze poznawczym. Większym pobudzeniem emocjonalnym i ruchowym charakteryzowały się samice. W 10. dniu pobytu w nowej fermie lisy grupy doświadczalnej zaczęły zachowywać się podobnie do osobników grupy kontrolnej. Obserwacja zachowania się lisów w celu określenia szybkości adaptacji do nowych warunków fermowych nie jest metodą w pełni obiektywną, dlatego często uzupełniana jest przez badania biochemiczne

Tab. 1. Charakterystyka nasienia samców grupy kontrolnej (lisy nr K1-K5) i grupy doświadczalnej (D1-D3)

Numer lisa	Objętość ejakulatu (ml)	Barwa ejakulatu	Konsystencja ejakulatu	Procent plemników o ruchu prawidłowym (%)	Koncentracja plemników (tys./ml)	Zmiany pierwotne plemników ogółem (%)	Zmiany wtórne plemników ogółem (%)	„Żywy-martwy” plemniki żywe (%)
K1	0,2-0,3	szara	wodnista	oscylacyjny	15	27,5	14,0	55
K2	0,2-0,3	szara	wodnista	45-50	15	13,5	7,5	59
K3	1,5	szaro-biała	wodnista	brak ruchu – pojedyncze plemniki	10	15,0	11,0	61
K4	0,5	biała	mleczna	60	315	8,5	47,0	75
K5	0,2	biała	mleczna	50	335	17,0	27,5	77
D1	0,3-0,3	biała	mleczna	20	30	18,5	18,5	33
D2	0,8	biała	mleczno-wodnista	65	320	18,5	18,5	52
D3	0,6	biała	mleczna	60	70	13,5	13,5	74

krwi, ocenę wskaźników produkcyjnych i reprodukcyjnych zwierząt, jak również testy behawioralne (21, 22).

Zachowanie się zwierząt w okresie rozplodowym.

Okres kryć w stadach lisów polarnych zależy od warunków klimatycznych i trwa zazwyczaj od połowy lutego do końca kwietnia, z nasileniem kryć w marcu. W zależności od wieku samic, termin rui może ulegać zmianie; z reguły młode lisice rozpoczynają ruję dwa tygodnie później. Także młode samce zaczynają sezon kopulacyjny nieco później niż lisy starsze (24).

Samice grupy doświadczalnej rozpoczęły ruję średnio 17 dni później niż samice grupy kontrolnej. Późniejsze wystąpienie rui przypisać należy stresowi związanemu z adaptacją do nowych warunków fermowych oraz dużą bojaźliwością lisic grupy doświadczalnej, ponieważ inne czynniki mogące różnicować datę rozpoczęcia rui wśród osobników obu grup zostały wyeliminowane (identyczne warunki utrzymania, żywienia, pogodowe, ten sam wiek lisic). W dłuższej perspektywie (po zakończeniu rui) stres towarzyszący samicom w okresie ciąży może zaburzać czynności fizjologiczne, reprodukcję oraz behavior nowego pokolenia zwierząt (4, 28).

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że samce grupy doświadczalnej wykazywały mniejszą chęć krycia i średnio wykonały o 35,2% mniej skoków niż samce grupy kontrolnej (samce grupy kontrolnej kryły średnio 11 razy w ciągu sezonu rozplodowego, a samce grupy doświadczalnej 7 razy). Badania nad zachowaniem kopulacyjnym lisów polarnych potwierdzają, że lepszą skutecznością kryć odznaczają się zwierzęta o dobrej kondycji psychicznej i prawidłowo zaadaptowane do warunków środowiska (9).

Ocena jakości nasienia samców. Wyniki analiz nasienia przedstawiono

w tab. 1. Od dwóch samców grupy doświadczalnej nie udało się pobrać nasienia. W obu grupach nasienie charakteryzowało się niskimi parametrami i małą przydatnością do inseminacji. Jak podają różni autorzy (12, 27), objętość ejakulatu lisa polarnego wynosi średnio 1,5 ml, z odchyleniem 0,2-4,0 ml, a średnia koncentracja frakcji nasiennej osiąga wartość wyższą niż 88 tys./ml. Do inseminacji kwalifikuje się nasienie, w którym zawartość plemników o ruchu prawidłowym wynosi ponad 70%, a koncentracja przewyższa wyżej podaną średnią. Zawartość plemników morfologicznie anormalnych nie może przekraczać 20%.

Analiza 8 pobranych ejakulatów nie wykazała istotnych różnic w jakości nasienia pobranego od osobników grupy kontrolnej i doświadczalnej. Wpływ na jakość nasienia w obu grupach mógł mieć termin jego pobrania (koniec sezonu kopulacyjnego), a także nietolerancja na metodę pobierania nasienia. Około 10-20% samców, niezależnie od wieku, nie oddaje nasienia metodą masturbacji (13). Ponadto, na jakość ejakulatów w grupie doświadczalnej oddziaływać mógł stres adaptacyjny, którego objawem towarzyszy pogorszenie funkcji rozrodczych, zaburzenia w spermatogenezie i osłabienie popędu płciowego (15).

Ocena nasilenia stresu adaptacyjnego na podstawie poziomu kortyzolu i testosteronu we krwi. Stwierdzono dużą zmienność indywidualną w pozio-

Tab. 2. Zmiany poziomu hormonów w surowicy krwi lisów grupy doświadczalnej w kolejnych pobraniach ($\bar{x} \pm s$)

Hormon	Ferma					
	macierzysta	nowa				
	Pobranie					
	I n = 8	II n = 8	III n = 10	IV n = 5	V n = 6	VI n = 8
Kortyzol ng/ml	38,83 ± 19,61	53,18 ^a ± 26,27	37,55 ± 17,51	58,62 ^a ± 15,21	16,65 ^b ± 3,56	37,31 ± 26,58
Testosteron ng/ml	0,46 ± 0,40	0,86 ± 1,29	0,45 ± 0,46	0,68 ± 0,71	0,56 ± 0,81	1,85 ± 3,03

Objaśnienie: n – liczba pobrań; a, b – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

mie badanych hormonów, jednak średnie z kolejnych pobrań wskazują na charakterystyczne zmiany zachodzące u zwierząt w stanie stresu długotrwałego, jakiemu poddane są w procesie adaptacji.

Szczegółowe zmiany stężenia hormonów we krwi lisów grupy doświadczalnej w kolejnych pobraniach przedstawiono w tab. 2. Zaobserwowano istotnie niższy poziom kortyzolu w pobraniu 5. w stosunku do pobrań 2. i 4. Spadek stężenia tego hormonu we krwi może świadczyć o adaptacji do czynnika stresotwórczego, w tym przypadku do nowego środowiska. Badania innych autorów (11, 17, 18) nad zjawiskiem przewlekłego stresu wykazały podobne prawidłowości, czyli spadek stężenia kortyzolu wraz z przebiegiem procesu adaptacji, często poniżej poziomu początkowego. Wyższy poziom kortyzolu w początkowej fazie doświadczenia mógł być spowodowany negatywną reakcją emo-

cyjonalną zwierząt na transport oraz związane z nim czynności, które są czynnikami silnie stresującymi (1, 10, 20). Ponadto, zmiana otoczenia, obsługi oraz wielokrotne unieruchamianie lisów na okres kilkudziesięciu sekund, w czasie przenoszenia z klatki do klatki, także mogły wpłynąć na podwyższenie poziomu tego hormonu (7, 15).

Poziom testosteronu istotnie wzrósł w ostatnim pobraniu w porównaniu z pobraniami wcześniejszymi, co przypisywać należy rozpoczęciu okresu kopulacyjnego. Obliczony współczynnik regresji, mówiący o zmianach poziomu hormonu w analizowanym okresie wyniósł dla kortyzolu – 0,305 ng/ml na dzień, a dla testosteronu 0,011 ng/ml na dzień.

Zaobserwowano różnice w stężeniu hormonów w zależności od płci zwierząt (tab. 3, ryc. 1 i 2). Samice okazały się bardziej wrażliwe i podatne na działanie czynników stresotwórczych, co znalazło potwierdzenie w badaniach innych autorów (25).

Zarówno w grupie samców, jak i samic (tab. 3) zaobserwowano w II okresie (po 10 dniach adaptacji) wzrost poziomu kortyzolu w stosunku do I okresu (ferma macierzysta) oraz spadek jego zawartości poniżej poziomu początkowego w III okresie (po 2 miesiącach adaptacji). Samce charakteryzowały się niższym stężeniem kortyzolu niż samice, co zgodne jest z wynikami innych badań (19). W III okresie poziom kortyzolu we krwi samców był istotnie niższy ($p \leq 0,05$) od tego sprzed dwóch miesięcy.

W grupie doświadczalnej samic, w skutek działania niekontrolowanych zmiennych, występowały duże wahania poziomu kortyzolu i testosteronu (ryc. 1). W grupie samców doświadczalnych przez pierwsze 10 dni po transporcie poziom kortyzolu utrzymywał się na wysokim poziomie, z wyraźną tendencją wzrostową (ryc. 2). W tym czasie stężenie testosteronu (z wyjątkiem pierwszego dnia) malało. W 62. dniu doświadczenia poziom kortyzolu był istotnie niższy ($p \leq 0,05$) niż na początku doświadczenia, natomiast poziom testosteronu wzrósł prawie pięciokrotnie – co prawdopodobnie było związane z rozpoczęciem przygotowań do sezonu rozrodczego.

W grupie kontrolnej występowały niewielkie wahania poziomu kortyzolu. Na minimalne zmiany w stężeniu tego hormonu mogły mieć wpływ czynności związane z pobieraniem krwi. Wielu autorów uważa, że sam zabieg pobrania próbek krwi bywa stresotwórczy (14, 17), jednak jak dotąd nie udało się opracować metody całkowicie eliminującej jego wpływ na poziom oznaczanego hormonu (21). W czwartym i piątym pobraniu lisy doświadczalne miały niższy poziom tego hormonu, zbliżony do poziomu zwierząt z grupy kontrolnej. Jedynie w grupie samic doświadczalnych obserwowano przez cały okres ciągle zmiany w poziomie kortyzolu (ryc. 3).

Testosteron poza pobudzaniem funkcji rozrodczych, wpływa także na zachowanie się zwierząt i może być wskaźnikiem poziomu stresu (8). W grupie samic doświadczalnych obniżone stężenie testosteronu w okre-

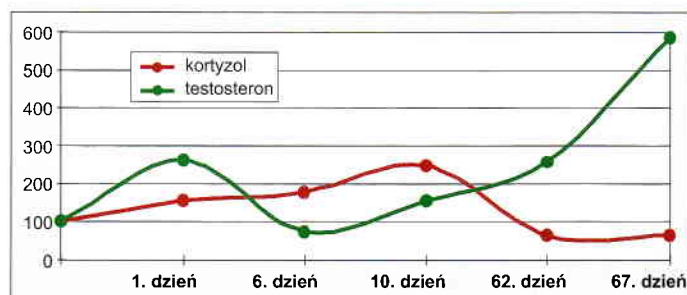
Tab. 3. Zmiany poziomu hormonów w surowicy krwi lisów grupy doświadczalnej w zależności od płci ($\bar{x} \pm s$)

Okres	Płeć	n	Kortyzol (ng/ml)	Testosteron (ng/ml)
I	♂	3	24,20 ± 17,55	0,60 ± 0,21
	♀	5	47,60 ± 16,19	0,37 ± 0,48
II	♂	12	45,31 ± 20,61 ^a	0,95 ± 1,05
	♀	11	50,03 ± 23,62	0,31 ± 0,44
III	♂	6	15,48 ± 6,12 ^b	2,88 ± 3,06
	♀	8	38,19 ± 25,41	0,11 ± 0,10

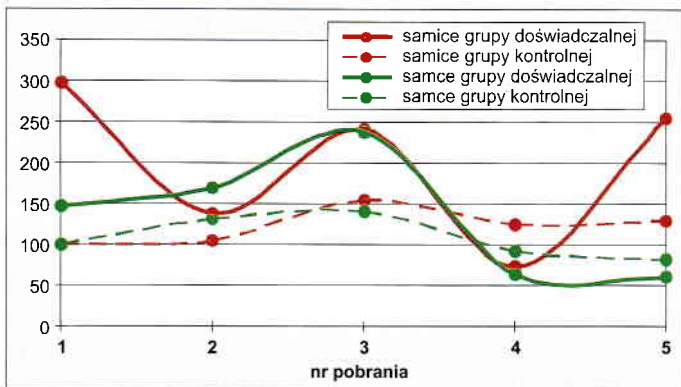
Objaśnienie: okres: I – ferma macierzysta; II – po 10 dniach adaptacji; III – po 2 miesiącach adaptacji; n – liczba pobrań; a, b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$



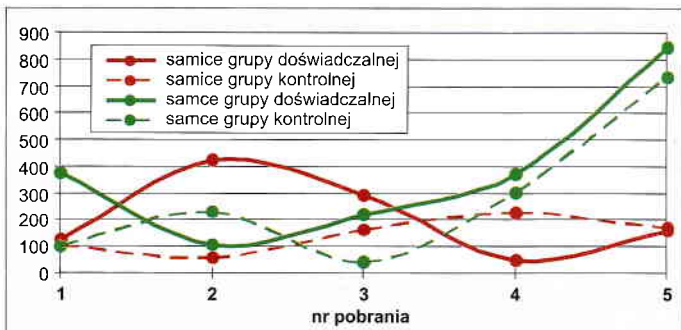
Ryc. 1. Procentowe zmiany poziomu kortyzolu i testosteronu w surowicy krwi samic grupy doświadczalnej; stężenie hormonów z fermy macierzystej przyjęto jako 100%



Ryc. 2. Procentowe zmiany poziomu kortyzolu i testosteronu w surowicy krwi samców grupy doświadczalnej; stężenie hormonów z fermy macierzystej przyjęto jako 100%



Ryc. 3. Procentowe zmiany poziomu kortyzolu w surowicy krwi lisów polarnych w kolejnych pobraniach; jako 100% przyjęto pierwsze pobranie w grupie kontrolnej



Ryc. 4. Procentowe zmiany poziomu testosteronu w surowicy krwi lisów polarnych w kolejnych pobraniach; jako 100% przyjęto pierwsze pobranie w grupie kontrolnej

się przed sezonem reprodukcyjnym może świadczyć o przewlekłym stresie. Wśród samic grupy kontrolnej odnotowano w tym czasie wzrost poziomu tego hormonu (ryc. 4).

Wahania poziomu hormonów stresowych są zbieżne z przeprowadzonymi obserwacjami behawioralnymi. Jest to szczególnie widoczne w grupie samic. W początkowym okresie adaptacji, czyli bezpośrednio po przewiezieniu do nowej fermi, lisice były bardziej pobudzone, co przekładało się na podwyższony poziom testosteronu. Podobne relacje występowały także w grupie samców; wysoki poziom testosteronu w pierwszym pobraniu zbiegał się w czasie ze zwiększoną aktywnością ruchową. Wraz ze wzrostem poziomu kortyzolu, aktywność ta malała. Liczne badania potwierdzają, że aktywność motoryczna zwierząt oraz sposób ich zachowania się zależy od poziomu hormonów stresowych (7, 15). Ujemna zależność między kortyzolem a testosteronem może być rezultatem wzajemnych oddziaływań między układem współczulno-rdzeniowo-nadnerczowym a układem podwzgórzowo-przysadkowo-korowo-nadnerczowym (15). Świadczy to o wielokierunkowym charakterze i przebiegu adaptacji (swoistej lub nieswoistej, morfologicznej lub czynnościowej).

Przeprowadzone badania dowodzą, że stres związany z adaptacją do nowych warunków środowiskowych wpływał na wyniki produkcyjne, szczególnie poprzez osłabienie i ograniczenie zdolności rozrodczych. Stres adaptacyjny wpływał na zmiany w behawiorze lisów

polarnych, powodując wzrost lub ograniczenie aktywności motorycznej. W stanach stresowych samice reagowały w sposób bardziej gwałtowny i wykazywały większą pobudliwość i aktywność motoryczną niż samce. Stres powodował zmiany w stężeniu badanych hormonów – kortyzolu i testosteronu, a także zakłócał funkcje rozrodcze. Samce wykazywały osłabione *libido*, a ich nasienie charakteryzowało się nieco gorszą jakością. Lisice zareagowały na stres opóźnionym wystąpieniem rui.

Piśmiennictwo

- Anderson D. E., Grubb T., Silveira F.: The Effect of Short Duration Transportation on Serum Cortisol Response in Alpacas (Llama pacos). *Vet. J.* 1999, 157, 189-191.
- Bakken M., Braastad B. O., Hari M., Jeppesen L. L., Pedersen V.: Production conditions, behaviour and welfare of farm foxes. *Scientificur* 1994, 18, 233-248.
- Bielanski W.: *Rozród zwierząt*. PWRiL, Warszawa 1977.
- Braastad B. O., Osadchuk L. V., Lund G., Bakken M.: Effects of prenatal handling stress on adrenal weight and function and behaviour in novel situations in blue fox cubs (Alopex lagopus). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1998, 57, 157-169.
- Demetriou J. A.: *Testosterone. Methods in Clinical Chemistry*. C. V. Mosby Company, St. Louis 1987, s. 268.
- Filistowicz A., Wierzbicki H., Zajaczkowska J.: Dobrostan mięsożernych zwierząt futerkowych przyszłość ich hodowli i użytkowania. *Prac. Mat. Zoot.* 1999, 55, 7-15.
- Fitko R.: Niektóre problemy stresu w chowie zwierząt. *Nowości Wet.* 1987, 4, 179-193.
- Fitko R., Kowalski A., Zieliński H.: Poziom hormonów stresowych u psosiat w różnej pozycji hierarchicznej w grupach. *Medycyna Wet.* 1992, 48, 65-68.
- Gacek L., Barabas B.: Zachowanie kopulacyjne lisów polarnych niebieskich o różnym temperamencie. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2000, 27, 179-193.
- Grandin T.: Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* 1997, 75, 249-257.
- Jakubowski K., Fitko R., Roszko E., Zieliński H., Potrzuska J.: Poziom hormonów nadnerczy i niektóre wskaźniki odporności u świń w stresie przewlekłym. *Medycyna Wet.* 1993, 49, 91-92.
- Jaros S.: Hodowlane korzyści sztucznego unasienniania lisów i technologia unasienniania. *Mat. Forum Informacyjno-Doradcze*, Gdańsk 23-24.X.1987, s. 1-8.
- Jaros S.: *Hodowla zwierząt futerkowych*. PWN, Warszawa-Kraków 1993.
- Koren L., Mokady O., Karasov T., Klein J., Koren G., Geffen E.: A novel method using hair for determining hormonal levels in wildlife. *Anim. Behav.* 2002, 63, 403-406.
- Kowalski A.: Poziom hormonów stresowych a zmiany w behawiorze zwierząt podczas procesów adaptacyjnych. *Nowa Wet.* 1998, 1, 45-52.
- Kowalski A.: Psychoneuroendokrynologiczne podłoże procesów adaptacji i stresu – ewolucja poglądów. *Medycyna Wet.* 2002, 58, 256-260.
- Moe R. O., Bakken M.: Effect of repeated blood sampling on plasma concentrations of cortisol and testosterone and on leucocyte number in silver fox vixens (Vulpes vulpes). *Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci.* 1996, 46, 111-116.
- Niezgoda J., Wronska-Fortuna D., Wieczorek E., Bobek S., Pierzchała-Koziec K.: Relacja układu współczulno-nadnerczowego i osi podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowej owiec na wielokrotny stres emocjonalny. *Medycyna Wet.* 1998, 54, 334-337.
- Osadchuk L. V.: Cortisol production in fetal adrenals of the silver fox. *Theriogenology* 1997, 47, 903-912.
- Palme R., Robia C., Baumgartner W., Möstl E.: Transport stress in cattle reflected by an increase in faecal cortisol metabolite concentrations. *Vet. Rec.* 2000, 146, 108-109.
- Rekilä T., Harri M., Ahola L.: Validation of the feeding test as an index of fear in farmed blue (Alopex lagopus) and silver foxes (Vulpes vulpes). *Physiol. Behav.* 1997, 62, 805-810.
- Rekilä T., Harri M., Jalkanen L., Mononen J.: Relationship between hyponephagia and adrenal cortex function in farmed foxes. *Physiol. Behav.* 1999, 65, 779-783.
- Ruder H.: A radioimmunoassay for cortisol in plasma and urine. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1972, 35, 219.
- Socha S., Jeżewska G.: Wykorzystanie rozplodowe samców lisów pospolitych (Vulpes vulpes) w zależności od wieku i pochodzenia. *Zesz. Nauk. Przgl. Hod.* PTZ 2000, 53, 105-113.
- Sowińska J., Brzostowski H., Tański Z.: Wpływ obrotu i uboju na poziom kortyzolu u jagniąt. *Medycyna Wet.* 1998, 54, 559-561.
- Watson P. F.: Use of Giemsa stain to detect changes in acrosomes of frozen ram spermatozoa. *Vet. Rec.* 1975, 97, 12-15.
- Wierzbowski S.: *Andrologia*. Wyd. Platan – Kryspinów 1996, 342-347.
- Weinstock M.: Does prenatal stress impair doping and regulation of hypothalamic-pituitary-adrenal axis? *Neurosci. Biobehav. Rev.* 1997, 21, 1-10.

Adres autora: dr Heliodor Wierzbicki, ul. Kożuchowska 7, 51-631 Wrocław; e-mail: helios@gen.ar.wroc.pl