

## Tabela

Średni poziomy inbrodu w 54. pokoleniu oraz tempo wzrostu tego parametru na pokolenie w obrębie czystych linii przepiórki japońskiej (Michalska, dane niepublikowane)

Linia	Liczba grup potomstwa	Średnia wartość współczynnika inbrodu $\pm$ błąd standardowy (Se)	Tempo wzrostu inbrodu na pokolenie (b)	Współczynnik determinacji ( $R^2$ )
W	16	0,3870 $\pm$ 0,0006	0,0075	0,9895
J	16	0,3319 $\pm$ 0,0007	0,0060	0,9759

Podane w tabeli współczynniki inbrodu to wartość maksymalna, w rzeczywistości inbred może być nieco niższy ze względu na fakt, że grupa potomstwa może pochodzić po dwóch matkach – siostrach. Przypadek ten analizowano we wcześniejszej pracy [7], dochodząc do wniosku, że traktowanie grupy potomnej jako pełnego rodzeństwa jest najbezpieczniejsze dla minimalizacji inbrodu poprzez system kojarzeń. Zwraca uwagę wyrównanie inbrodu między grupami rodzinnymi i bezpieczne tempo narastania inbrodu w kolejnych pokoleniach oraz zbliżona do 1 wartość współczynnika determinacji  $R^2$ , świadcząca o dobrym dopasowaniu regresji, czyli o liniowym charakterze zmian inbrodu w czasie kolejnych pokoleń.

Podsumowując można stwierdzić, że przyjęty sposób postępowania, a w szczególności system kojarzeń dobrze wypełnił zadanie minimalizacji inbrodu i zachowania różnorodności, pozwalając na wielopokoleniowe utrzymanie linii o niewielkiej liczebności.

Zachowanie różnorodności znalazło potwierdzenie w wynikach analizy molekularnej wybranych 11 *loci* mikrosatelitarnych w próbach ptaków z obu linii, które są aktualnie przygotowywane do opublikowania [2].

## Podsumowanie

Hodowla w populacji zamkniętej wiąże się z narastaniem poziomu spokrewnienia i inbrodu. Praca hodowlana wymaga stosowania metod ograniczających tempo narastania inbrodu. Metody i efekty zależą od rodzaju populacji i celu jej utrzymywania. Przedstawione dwa przykłady są bardzo odmienne od siebie i z tego powodu dobrze obrazują zakres problemów hodowli w małych populacjach. W populacji przepiórki japońskiej istnieje możliwość bardzo precyzyjnego sterowania doбором do kojarzeń, co skutkuje niższym tempem narastania inbrodu na pokolenie (0,6-0,75%), natomiast sterowanie populacją żubra rozmieszczonej w 200 ośrodkach jest bardzo ograniczone, co skutkuje większym tempem wzrostu inbrodu na pokolenie (1,19-3,22%).

**Literatura:** 1. Kim S.H., Cheng K.M.T., Ritland C., Ritland K., Silversides F.G., 2007 – J. Heredity 98 (4), 378-381. 2. Michalska E., Kozłowski A., Kramarz M., Nowak Z., 2014 – Determination of genetic distance between two lines of Japanese quail (*Coturnix japonica*) and estimation of inbreeding based on pedigree and the analysis of microsatellite markers (przygotowane do druku). 3. Nowak Z., Olech W., 2008 – European Bison Conservation Newsletter 1, 72-78. 4. Olech W., 2003 – Wpływ inbrodu osobniczego i inbrodu matki na przeżywalność cieląt żubra *Bison bonasus*. Monografie SGGW. 5. Olech W., 2009 – European Bison Conservation Newsletter 2, 54-60. 6. Olech W., Michalska E., 1990 – Zwierzęta Laboratoryjne 27, 3-8. 7. Olech W., Michalska E., 1999 – Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, Anim. Sci. 35, 85-91. 8. Pucek Z. (ed), Belousova I.P., Krasieńska M., Krasieński Z.A., Olech W., 2004 – European bison. Status Survey and Conservation Action Plan, IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 9. Rapp G., 1972 – Z. Versuchstierkd. 14, 133-142. 10. Sittman K, Abplanalp B., Fraser R.A., 1966 – Genetics 54, 371-379. 11. Sławiński T., 1981 – Zasady hodowli zwierząt laboratoryjnych. PWN, Warszawa.

## The preservation of genetic variability in populations with controlled mating

### Summary

The paper presents two examples of population, where preserving the genetic variability plays very important role. One of those population is European bison – endangered species which passed serious bottleneck. The second is Japanese quail herd bred as closed population for many generation. Based on those examples the practical aspects of breeding strategy were discussed. As a results of breeding strategy the level of inbreeding was presented as well as the rate of its increasing. The European bison population is divided into two genetic lines and the level of inbreeding is equal to 54% within Lowland line and is lower (ca 30%) within Lowland-Caucasian line. Such high level is a consequence of small numbers of founders. The mating system used in two Japanese quail lines allowed to keep the rate of inbreeding below 1% per generation.

**KEY WORDS:** genetic variability, inbreeding, closed population

## Wzbogacenia środowiskowe a dobrostan zwierząt dzikich w ogrodach zoologicznych



Tadeusz Kaleta

Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt SGGW w Warszawie

Pierwszorzędnym celem współczesnego ogrodu zoologicznego jest udział w ochronie zagrożonych gatunków zwierząt. Ścisłej, rolę ta polega na przygotowaniu pewnej liczby osobników danego gatunku do wtórnego zasiedlenia w środowisku naturalnym (reintro-

dukcją). Dlatego zwierzęta te powinny żyć w zoo w środowisku możliwie zbliżonym do warunków naturalnych, a przynajmniej powinny być wolne od niepotrzebnych stresorów. Choćby z tego powodu dobrostan zwierząt w ogrodach zoologicznych ma swoją wagę.

Generalnie, można go zdefiniować podobnie jak w przypadku gatunków udomowionych. Zwierzęta powinny być należycie utrzymane, pielęgnowane i jak najbardziej wolne od bólu, cierpienia, mieć zaspokojone potrzeby i pozostawać w dobrej kondycji fizycznej i psychicznej. W skrócie ujmując to określenie angielskie „fit and feeling good” [9]. Problem polega jednak na tym, że potrzeby zwierząt dzikich nie są jeszcze wystarczająco poznane, toteż na przykład wytworzenie dla nich sztucznych warunków środowiskowych możliwie bliskich optimum nie jest proste. Osobniki gatunków egzotycznych, sprowadzanych z odległych krain podlegają własnym, często silnie zakodowanym genetycznie rytmom biologicznym. Wykazują one określone preferencje dotyczące warunków abiotycznych (np. światło, temperatura, podłoże) i biotycznych (np. zapachy). Na reakcje zwierząt trzymany w ogrodach zoologicznych z pewnością mogą też oddziaływać nietypowe dla

środowiska naturalnego czynniki w zoo, takie jak ograniczenie przestrzeni życiowej, zmiana pokarmu, a przede wszystkim styczność z ludźmi – zwiedzającymi i opiekunami, którzy dostarczają różnego rodzaju bodźców [6].

Trzeba również pamiętać, że specyfika zachowania się samych zwierząt może powodować, iż trudniej adaptują się one do sztucznego środowiska ogrodu zoologicznego, a zatem mogą łatwiej wykazywać zachowania nietypowe, świadczące o obniżeniu dobrostanu. Różnice w typie reakcji dotyczą często bliskich sobie gatunków. Na przykład pingwin peruwiański (*Spheniscus humboldti*) i żółtooki (*Megadyptes antipodes*) wykazują większą nerwowość i lęklliwość w towarzystwie człowieka niż pingwin białobrewy (*Pygoscelis papua*) i magellański (*Spheniscus magellanicus*). Wśród ssaków morskich mors ( *Odobenus rosmarus*) i orka (*Orcinus orca*) adaptują się gorzej niż foka szara (*Halichoerus grypus*) i delfin butlonosy (*Tursiops truncatus*). U naczelnych maki (*Hapalemur spp.*) i lemur mokok (*Eulemur macaco*) wykazują większą częstotliwość niepożądanego zachowania niż lemur katta (*Lemur catta*). Generalnie, u gatunków „łatwych” nie ma większych kłopotów z rozrodem w zoo, a wskaźniki demograficzne, takie jak śmiertelność czy długowieczność, są przynajmniej na tym samym poziomie co u osobników żyjących w naturze. U gatunków „trudnych” jest inaczej [5].

W szacowaniu dobrostanu zwierząt w ogrodach zoologicznych najważniejszą rolę odgrywa badanie poziomu hormonów stresu oraz obserwacje zachowania się zwierząt. Wskaźniki behawioralne dobrostanu zwierząt można podzielić na dwie grupy: symptomy szybkiego reagowania na stresor (zanik normalnego zachowania, reakcja typu „walka-ucieczka”) oraz symptomy, które pojawiają się później, jak przejawy znudzenia, stereotypie, apatia, agresywność czy szkodliwe reakcje skierowane na siebie (np. samoogryzanie sierści, wyrywanie piór) [2]. Ważnym i często spotykanym symptomem u zwierząt w ogrodach zoologicznych są zachowania stereotypowe (stereotypie). Można je zdefiniować jako powtarzalny behawior (np. chodzenie, kołysanie się itd.) nie mający widocznego celu. Stereotypie przyjęło się uznawać jako behawioralny komponent reakcji stresowej u zwierząt w zoo [7]. Ich szkodliwym skutkiem jest bezcelowe wydatkowanie energii i poważna nieraz zmiana (w porównaniu z osobnikami dzikimi tego gatunku) dziennej aktywności zwierzęcia. Trzeba też dodać, iż zachowania stereotypowe, jak również inne symptomy behawioralne wymienione wyżej, dają publiczności w zoo całkowicie mylny obraz co do zachowania się osobników określonego gatunku.

Próby zmiany zachowania zwierząt w ogrodach zoologicznych w kierunku bardziej naturalnego datują się od początków XX wieku. Należy pamiętać, że w pierwszej fazie istnienia nowożytnych, zachodnich ogrodów zoologicznych zwierzęta były trzymane w bardzo kiepskich warunkach, często małych klatkach lub wybiegach, bez żadnego wystroju wewnętrznego. Traktowano je jako żywe eksponaty muzeum przyrodniczego [1]. Jedną z dróg zmiany tego stanu rzeczy było tworzenie środowiska zwierzęcia bardziej zbliżonego do warunków naturalnych. Zasadą było dostarczenie zwierzętom odpowiednich bodźców zewnętrznych, wyzwalających zachowania instynktowe. Pionierem tego rodzaju działań był niemiecki przyrodnik-amator i łowca dzikich zwierząt Carl Hagenbeck (1844-1913), który w 1907 roku stworzył pod Hamburgiem własny ogród zoologiczny z naturalistycznym wybiegiem imitującym sawannę [8]. Innym rozwiązaniem była stymulacja zwierząt w zoo do aktywności przy użyciu jednej z technik uczenia się – warunkowania instrumentalnego. Metodę tę (nazywaną też inżynierią behawioralną) zastosował po raz pierwszy w USA w latach 70. XX wieku Hal Markowitz (1934-2012). Typowy scenariusz sesji inżynierii behawioralnej polegał na nauczaniu zwierzęcia posługiwania się jakimś mniej czy bardziej skomplikowanym urządzeniem, w wyniku czego uzyskiwało ono nagrodę. Na przykład małpy używały specjalnych paneli z przyciskami, gdzie wymagana była ich odpowiednia szybkość reakcji ruchowej. Choć zadania dawane zwierzętom w ramach inżynierii behawioralnej były często dość złożone, to ich (zwierząt) zachowania miały być jak najbardziej naturalne. Hal Markowitz jest także twórcą pojęcia „wzbogacenie środowiskowe”, określającego ogół tych działań [3].

Rozwinięcie obu zaprezentowanych powyżej koncepcji doprowadziło do powstania współczesnej wersji wzbogacenia środowi-

skowego. Wedle akceptowanych dziś definicji, wzbogacenie to obejmuje wszelkiego typu zmiany środowiska zwierzęcia (zarówno dzikiego utrzymywanego w zoo, jak i domowego), które są dla niego korzystne, bo stymulują zachowania normalne i redukują anormalne. Wzbogacenie behawioralne natomiast, to wszystkie zmiany zachowania, które są efektem wzbogacenia środowiskowego. Obecnie można wyróżnić następujące typy wzbogaceń stosowanych w ogrodach zoologicznych [11]:

- społeczne (np. kontakt z innymi zwierzętami i z człowiekiem);
- zajęciowe (np. posługiwanie się zabawkami i urządzeniami technicznymi);
- fizyczne (np. wielkość i zabudowanie ekspozycji);
- sensoryczne (użycie specjalnych bodźców wizualnych, dźwiękowych i zapachowych);
- pokarmowe (np. zmiana harmonogramu i sposobu podawania posiłków, zastosowanie nowej karmy).

W ogrodach zoologicznych istnieje wiele możliwości, by zastosować jedną z wyżej wymienionych metod w przypadku praktycznie wszystkich eksponowanych tam gatunków zwierząt. Wzbogaceniem środowiskowym może być z jednej strony po prostu powiększenie wybiegu i zmiana jego urządzenia (większa liczba drzew i krzewów, naturalne kryjówki, jak jaskinie, wykroty itd.), z drugiej, będą to bardziej wyrafinowane zmiany, jak umożliwianie małpom oglądania programu telewizyjnego, czy urządzenia do automatycznego uruchamiania prysznicza przez słonie. Interesującym sposobem wzbogacenia środowiskowego są ekspozycje wielogatunkowe, gdzie na jednym wybiegu znajdują się osobniki należące do różnych gatunków pochodzących z tego samego ekosystemu (np. lasu deszczowego czy sawanny afrykańskiej). Oczywiście modyfikacje owe trzeba starannie zaplanować i wprowadzać w życie cały czas obserwując, jaki faktycznie mają wpływ na zwierzęta. Zanim wprowadzi się określoną zmianę w środowisku zwierząt należy się zastanowić do czego ona będzie służyć. Do zwiększenia częstości zachowania pożądanego, czy zmniejszenia częstości behawioru niepożądanego. Po drugie, należy rozważyć, jakiego typu techniki wzbogaceń zostaną zastosowane. Końcowy etap planowania, to wymyślenie samego sposobu wdrożenia zmiany i oceny jej skuteczności [3].

Wzbogacenie środowiskowe może działać na zachowanie zwierząt na dwa sposoby. Pierwszy wariant, to stymulowanie zachowania instynktowego, niemożliwego bez wzbogacenia. Na przykład, aby wyzwolić pierwszą fazę zachowania łowieckiego u geparda (*Acinonyx jubatus*) – pogoń za zdobyczą, w jednym z ogrodów zoologicznych skonstruowano specjalne urządzenie z przesuwaną się na linie przynętą [10]. Urządzenie okazało się skuteczne. Można sądzić, że wyzwalała w ten sposób pogoń drapieżników w pewnej mierze zaspokajając potrzebę wynikającą z genetycznego programu zachowań łowieckich.

Drugi wariant działania wzbogacenia opiera się na technice warunkowania instrumentalnego, czyli uczenia poprzez efekt. Przykładem może być eksperyment w jednym z ogrodów zoologicznych – podawanie karmy dla psów leśnych (*Speothos veneticus*) ukryte w stosie drewnianych bali. Zastosowanie tego zabiegu spowodowało wydłużenie średniego czasu zerowania ponad dwukrotnie [4]. Psy leśne zaczęły dłużej żerować, ponieważ miały z doświadczenia perspektywę zdobycia nagrody w postaci pokarmu.

Czy wzbogacenia środowiskowe spełniają swoją rolę w stosunku do zwierząt? W tej chwili do dyspozycji są już stosunkowo liczne wyniki badań dotyczące różnych gatunków zwierząt dzikich z ogrodów zoologicznych, gatunków laboratoryjnych i zwierząt domowych [11]. Donoszą one o ograniczeniu zachowania niepożądanego (między innymi stereotypii) u fok, gryzoni, kotów, niedźwiedzi, koni, naczelnych (pawiany i szympany). U naczelnych i papug zaobserwowano redukcję zachowań prowadzących do porań (samoogryzanie i wydziobywanie piór). Agresywność zmniejszyła się u niektórych antylop i naczelnych, a lęklliwość u drobiu i szczerów. W przypadku różnych gatunków zaobserwowano polepszenie się parametrów fizjologicznych. Obniżenie poziomu kortyzolu we krwi stwierdzono u świń, myszy, koni, lisa polarnego (*Alopex lagopus*), niektórych naczelnych i kotów. Interesujące, że w skutek wzbogacenia środowiskowego poprawie uległa też pojętność (zdolność do uczenia się) szczura laboratoryjnego (*Rattus norvegicus*), prawdopodobnie związana ze zwiększeniem plastyczności mózgu [11].

Analizując te dość przekonujące dane należy jednak pamiętać, że efekt zastosowanej techniki wzbogacenia może być zmniejszany przez procesy przywykania do bodźca (habituacji) i wygaszania. Na przykład obserwacje na dzikich kotach w zoo wykazały, że w wyniku habituacji reakcja na bodziec węchowy może się znacząco zmniejszyć już po kilku dniach [3]. Należy zatem opracować odpowiedni harmonogram zmian rodzaju i czasu stosowania nowych stymulantów.

W Katedrze Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt SGGW od 1991 roku prowadzone są badania dotyczące zachowania się zwierząt (głównie ssaków) w ogrodach zoologicznych. Głównym ich celem jest stwierdzenie, przy pomocy wskaźników behawioralnych, jak zwierzęta egzotyczne adaptują się w warunkach wiatrynych. Problematyka ta jest oczywiście związana z zagadnieniami omawianymi w tej pracy. Przeprowadzono na przykład porównanie ekspozycji małych człokształtnych w 11 europejskich ogrodach zoologicznych: Antwerpii, Bazylei, Berlinie Zachodnim, Kolonii, Frankfurt nad Menem, Hamburgu, Hanowerze, Londynie, Munsterze, Wrocławiu i Wuppertalu [12]. Wśród ocenianych punktowo czynników można wymienić: organizację i wyposażenie ekspozycji (w tym wzbogacenia środowiskowe), zarządzanie ekspozycją (w tym żywienie), mikroklimat oraz behavior. Biorąc pod uwagę trzy najczęściej eksponowane gatunki małych człokształtnych: szympansa (*Pan troglodytes*), goryla (*Gorilla gorilla*) oraz orangutana (*Pongo pygmaeus*), najwyższe oceny uzyskał

ogród zoologiczny w Munsterze. Ekspozycja bonobo (*Pan paniscus*) została najwyższej oceniona w ogrodzie w Kolonii. Najmniej punktów za ekspozycję orangutanów zebrało zoo we Wrocławiu. Kiepsko w tym rankingu wypadł również ogród zoologiczny w Londynie. Warto dodać, że ekspozycje, które uzyskały najwyższą ogólną ocenę punktową miały również wysokie punktacje za wzbogacenia środowiskowe o charakterze fizycznym (przestrzeń, roślinność itd.).

**Literatura:** 1. Baratay E., Harduin-Fugier E., 1998 – Zoos. Histoire de jardins zoologiques en occident (XVI-XX siècle). La Decouverte, Paris. 2. Broom D., Johnson K., 1993 – Stress and Animal Welfare. Chapman and Hall, London. 3. Hosey G., Melfi V., Pankhurst S., 2009 – Zoo animals. Behaviour, management and welfare. Oxford University Press, Oxford. 4. Ings R. Waran N., Young R., 1997 – Animal Welfare 6, 145-152. 5. Mason G., 2010 – Trends Ecol. Evol. 25, 12, 713-721. 6. Morgan K., Tromberg C., 2007 – Appl. Anim. Behav. Sci. 102, 262-302. 7. Rees P., 2013 – Dictionary of Zoo Biology and Animal Management. Wiley-Blackwell, Oxford. 8. Tudge C., 1992 – Last Animals at the Zoo. Island Press, Washington and London. 9. Webster A., 2005 – Animal welfare – Limping towards Eden. Blackwell Publishing, London. 10. Williams B., Waran R., Carruthers J., Young R., 1996 – Animal Welfare 5, 271-281. 11. Young R., 2003 – Environmental enrichment for captive mammals. Blackwell Publishing, Oxford. 12. Zubkiewicz R., Kaleta T., 2005 – Ann. Warsaw Agric. Univ. – SGGW Anim. Sci. 43, 47-53.

## Environmental enrichment and animal welfare at zoological gardens

### Summary

This paper is a short review of problems related to animal welfare in zoological gardens. Sources of stress in zoos and the main types of abnormal behaviour were identified. The role of environmental enrichment as a way to improve animal behaviour in zoos was emphasized. The definition, classifications and function of enrichment were presented. The author also referred to an example of an enrichment experiment in which he had participated.

**KEY WORDS:** zoo animal, animal welfare, enrichment



## Psy i ludzie – oblicza trudnych relacji

Katarzyna Fiszdon<sup>1</sup>, Agnieszka Rygiel<sup>1</sup>, Wanda Olech<sup>1</sup>, Agnieszka Boruta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt,

<sup>2</sup>Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt SGGW w Warszawie

Wydawać by się mogło, że wzrost urbanizacji i zmiana stylu życia spowodują, że w nowoczesnym świecie nie będzie miejsca dla psów. Tymczasem jest odwrotnie – jak wykazały badania przeprowadzone w Europie, USA i Australii [15], populacja psów w latach 1998-2003 wzrosła o 12%. Brak jest dokładnych danych pozwalających określić liczbę psów w naszym kraju. Na podstawie szacunkowych danych Głównego Urzędu Statystycznego, w Polsce żyje około 8 milionów psów (pies jest w co trzecim gospodarstwie domowym). Na obszarach wiejskich co najmniej jeden, a często więcej psów znajduje się niemal w każdym gospodarstwie, w domach jednorodzinnych na terenach miejskich i podmiejskich psy można spotkać niemal równie często. Inaczej niż w krajach „dawnej” Unii Europejskiej, psy na wsi i na terenach podmiejskich wciąż są przede wszystkim użytkowane do pilnowania domu – najczęściej poprzez oszczekiwanie intruzów. Jednak także w mieście, gdzie ta funkcja psów straciła znaczenie, a szczekanie

raczej utrudnia życie właścicielom i ich sąsiadom, psów jest coraz więcej. Liczne badania wykazały, że towarzystwo psa wpływa pozytywnie na kontakty międzyludzkie – sprzyja interakcjom nieznanym w różnym wieku, różnej płci, o odmiennym statusie materialnym i etnicznym [22]. Dzieci, których rodziny mają psa, charakteryzują się większymi zdolnościami interpersonalnymi, są bardziej empatyczne, a zarazem bardziej popularne wśród rówieśników. Posiadanie zwierząt towarzyszących przynosi ich właścicielom korzyści emocjonalne, psychologiczne i fizjologiczne. Właściciele psów są bardziej aktywni fizycznie, zdrowsi fizycznie i psychicznie w porównaniu z resztą populacji [13]. Badania prowadzone w USA i Australii wykazały, że właściciele psów i kotów rzadziej potrzebują pomocy medycznej, przy czym posiadanie psa ma bardziej pozytywny wpływ na zdrowie właściciela niż posiadanie kota. Jednak oprócz niewątpliwych korzyści, jakie dają nam psy, w kontaktach z nimi dochodzi też czasem do sytuacji nieprzyjemnych, a nawet groźnych. Obawa przed pokąsaniem przyczyniła się do uchwalenia w wielu krajach regulacji prawnych i przepisów miejskich narzucających właścicielom psów pewne ograniczenia. W naszym kraju są to: obowiązek posiadania zezwolenia na utrzymanie lub prowadzenie hodowli psów jednej z jedenastu ras uznanych za agresywną [4, 6, 7], konieczność zgłaszania każdego przypadku pogryzienia człowieka przez psa [5], zachowywanie środków ostrożności przy trzymaniu zwierzęcia [8], a ponadto w większości miast nakaz prowadzenia psów na uwięzi w miejscach publicznych, a tam, gdzie można je spuszczać z uwięzi, to wyłącznie w kagańcu.

Czy regulacje prawne są wystarczającym zabezpieczeniem przed przypadkami agresji ze strony psów? Jakże są przyczyny takich zdarzeń?