

RAFAŁ STRYJEK, KLAUDIA MODLIŃSKA

*Instytut Psychologii PAN
Jaracza 1, 00-378 Warszawa
E-mail: rstryjek@wp.pl
kmodlinska@wp.pl*

PROCES UDOMOWIENIA (ULABORATORYJNIECIA) SZCZURA WĘDROWNEGO I JEGO IMPLIKACJE DLA BADAŃ NAUKOWYCH

WSTĘP

Szczur wędrowny (*Rattus norvegicus*) został udomowiony bardzo niedawno. W przeciwieństwie do zwierząt hodowlanych (tj. bydło, zwierzęta futerkowe, konie itd.), jego bezpośrednie znaczenie dla gospodarki jest niewielkie. Posiada on jednak wiele właściwości sprawiających, iż jest zwierzęciem wyjątkowo interesującym. Szczur wędrowny jest niewątpliwie jednym z najczęściej eksploatowanych w badaniach naukowych gatunków zwierząt. Głównym obszarem jego zastosowania są badania behawioralne, a w badaniach medycznych popularnością ustępuje jedynie myszy domowej (*Mus musculus*). Według danych Krajowej Komisji Etycznej ds. doświadczeń na zwierzętach w latach 2006-2009 myszy i szczury stanowiły ponad 49% wszystkich badanych zwierząt.

Należy jednak pamiętać, iż szczur laboratoryjny jest w dużej mierze produktem sztucznego środowiska. Nierzadko pojawiają się głosy, iż z powodu pogłębiających się różnic pomiędzy nim a jego dzikim pobratymcem jego przydatność w badaniach, szczególnie behawioralnych, jest znacznie ograniczona. Ze względu na specyfikę zarówno celu, jak i warunków hodowli proces domestykacji szczura często nazywany jest ulaboratoryjnieniem.

SZCZUR JAKO OBIEKT BADAŃ NAUKOWYCH

Szczur jest ciekawym obiektem badań behawioralnych z powodu swej biologicznej charakterystyki. Niewielkie rozmiary ciała, dominująca rola węchu, nocny tryb życia i krótkie kończyny sprawiają, że jest on zwierzęciem bliskim ewolucyjnie przodkowi wszystkich ssaków (FINLAY i SENGE-LAUB 1981). Wiedza o zachowaniu szczura może więc być przydatna do zrozumienia podstawowych procesów determinujących zachowanie całej gromady ssaków. Dodatkowo, o niezwyklej popularności tego gatunku w badaniach zarówno psychologicznych, jak i medycznych decyduje fakt, iż badania na zwierzętach w warunkach laboratoryjnych pozwalają na kontrolowanie wielu zmiennych, precyzyjne wprowadzanie zaplanowanych oddziaływań oraz ułatwiają obserwowanie zachowania. Na wybór szczura jako obiektu badań ma wpływ również fakt, iż gatunek ten rozmnaża się łatwo i szybko, co daje możliwość obserwowania zmian rozwojowych i pokoleniowych. Nie bez znaczenia są relatywnie niskie koszty hodowli. Ponadto wiele podstawowych procesów psychologicznych występuje u szczurów w mniej złożonej formie niż u innych gatunków, co pozwala na budowanie modeli i odnoszenie ich do ogólnego funkcjonowania organizmów

Słowa kluczowe: udomowienie, szczur wędrowny, szczur laboratoryjny, *Rattus norvegicus*

*Praca sfinansowana ze środków grantu Narodowego Centrum Nauki (UMO-2013/09/B/HS6/03435).

(PISULA 2009). Poza tym, wiele badań na szczurach prowadzi do poznania zachowania tych zwierząt i wzbogacenia w ten sposób wiedzy naukowej.

HISTORIA SZCZURA LABORATORYJNEGO

Szczur laboratoryjny wywodzi się w prostej linii od szczura wędrownego (*Rattus norvegicus*). Nim zasiedlił środowisko osiedli ludzkich, zamieszkiwał równiny północnych Chin i Mongolii, które to miejsca są bodaj jedynymi, w których szczury te nadal żyją z dala od siedlisk ludzkich. Przedstawiciele gatunku przybyli do Europy bardzo niedawno, tj. na początku XVIII w., stopniowo wypierając swego mniejszego kuzyna, szczura śniadego (LOCKARD 1968). Szczur śniady (*Rattus rattus*) skolonizował zaś Europę w XII w. Pojawił się na kontynencie za sprawą wracających z południowego-wschodu wypraw krzyżowych. Wkrótce stał się pośrednią przyczyną śmierci ponad 25% europejskiej populacji ludzi; był on bowiem żywicielem pcheł roznoszących tyfus i dżumę (zob. np. BARNETT 2001).

Przyjmuje się, iż historia szczura laboratoryjnego sięga połowy XIX w. Wynika z tego, iż do dnia dzisiejszego minęło ok. 400 pokoleń (RICHTER 1959). LOCKARD (1968) i SŁAWIŃSKI (1981) twierdzą, iż zaczyna się ona jeszcze wcześniej i podają bardziej dokładną datę – 1822 r. Odłowu szczurów dokonywano w różnych celach już w średniowieczu. Kilkaset lat później, pomiędzy rokiem 1800 a 1870, we Francji i Anglii popularny był odłów tych zwierząt w celach „sportowych”. Grupę liczącą do 200 szczurów wypuszczano na arenę razem z psem (zazwyczaj terrierem). Przedmiotem zakładów był czas, w którym pies zagryzie wszystkie szczury (LOCKARD 1968, BURT 2006). W ramach szeroko zakrojonych odłowów czasem zdarzało się schwycić osobniki albinotyczne. Około 1820 r. w Wielkiej Brytanii w jednym ze zwierzyńców pokazywano albinotyczną parę szczurów, która prawdopodobnie dała początek masowej hodowli szczurów zarówno do celów rozrywkowych (pokazywane były na targach i w cyrkach budząc powszechne zainteresowanie), jak i naukowych (SŁAWIŃSKI 1981). Owe zapoczątkowanej w pierwszej połowie XIX w. hodowli zawdzięczamy fakt, iż obecnie większość linii i szczepów tych zwierząt jest albinotyczna lub o mieszanym ubarwieniu.

RÓŻNICE ŚRODOWISKA NATURALNEGO I LABORATORYJNEGO

Środowisko naturalne i laboratoryjne stawiają przed zwierzętami skrajnie różne

wymagania. Szczur dziki na drodze ewolucji został wyposażony w szereg mechanizmów, które powstały dzięki doborowi naturalnemu jako adaptacja do wyzwań i zagrożeń stawianych przez środowisko. Występująca przez miliony pokoleń presja drapieżnicza „nauczyła” szczura ostrożności. Przykładem może być nabyta na drodze ewolucji tigmotaksja, czyli tendencja do unikania otwartych terenów, poruszanie się w pobliżu obiektów, chowanie się w małych ciemnych przestrzeniach (zob. STRYJEK i MODLIŃSKA 2013). Tigmotaksję traktuje się jako adaptację do presji drapieżniczej, szczególnie tej ze strony drapieżnych ptaków (BARNETT 1963). Hierarchia i współzawodnictwo wewnątrzstadne premiowało zwierzęta o wysokim poziomie agresji (w środowiskach o stosunkowo małym zagęszczeniu szczurów z samcami kopuluje tylko samiec alfa). Środowisko naturalne premiuje także nieufność do zachodzących w środowisku zmian – nowy zapach może sygnalizować obecność drapieżnika, nowy obiekt może być pułapką, nowe pożywienie może być trujące. Odpowiedzią na te zagrożenia jest występująca u dzikich szczurów neofobia (COWAN 1977).

W odróżnieniu od środowiska naturalnego, środowisko laboratoryjne to pod wieloma względami „krajina mlekiem i miodem płynąca”. Szczury laboratoryjne mają zapewnione pożywienie i wodę (zazwyczaj *ad libitum*). W ich klatkach panuje stała, komfortowa temperatura, nie istnieje presja drapieżnicza, a o ich zdrowie dba weterynarz. Samce nie muszą uczestniczyć w rywalizacji o przedstawicielki płci przeciwnej – zarówno samcom, jak i samcom odpowiednie warunki do kopulacji zapewniane są przez personel laboratorium. W warunkach laboratoryjnych to człowiek kontroluje środowisko i dokonuje doboru osobników do rozmnażania. Przez około 400 pokoleń, czasem celowo, a czasem nieświadomie, wybierał on do hodowli osobniki, które odpowiadały jego wymaganiom. Wzmacniał w ten sposób m.in. niski poziom agresji i niewielką płochliwość, a więc cechy nieadaptacyjne w środowisku naturalnym.

To, co w przypadku szczura dzikiego jest przystosowawcze (np. wysoki poziom agresji, neofobia, lęk przed ludźmi etc.), w warunkach laboratoryjnych jest czynnikiem zmniejszającym szanse na przetrwanie, a co za tym idzie i na reprodukcję. Zależność ta działa dwustronnie. Nabyte przez szczury laboratoryjne drogą selekcji cechy (np. uległość, niski poziom agresji i lęku etc.) są w warunkach naturalnych nieprzystosowawcze. Mamy więc przykłady dwóch skrajnie różnych środowisk, które generują u zamieszkujących je szczurów

rozwój równie skrajnie różnych cech adaptacyjnych.

MECHANIZMY UTRWALANIA ZMIAN UDOMOWIENIOWYCH

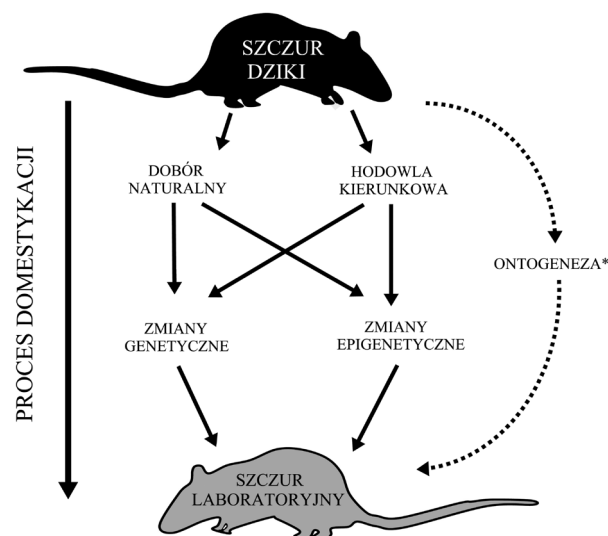
Udomowienie, to proces, w którym zwierzę przystosowuje się do człowieka i zapewnionych przez niego warunków środowiskowych i hodowlanych poprzez zmiany genetyczne zachodzące przez pokolenia (PRICE 1999, LICKLITER i NESS 1990, DRISCOLLA i współaut. 2009). To czy dany gatunek podda się udomowieniu zależy w dużej mierze od stopnia rozwojowej plastyczności oraz od tego, czy zapewnione mu przez człowieka warunki pozwolą na niezaburzony rozwój i ekspresję typowych zachowań. Kluczową rolę w procesie domestykacji odgrywa mniej lub bardziej świadoma hodowla kierunkowa. Do rozmnażania wybiera się (często nieświadomie) osobniki o pewnych szczególnych właściwościach, co zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia tych cech w następnych pokoleniach. O sile efektu hodowli kierunkowej świadczą między innymi wyniki badań zespołu D. Blanchard (BLANCHARD i współaut. 1994). Selekcjonowali oni dzikie szczury pod kątem stopnia agresji w stosunku do człowieka oraz szybkości ucieczki z miejsca, gdzie prezentowany był zagrażający bodziec. Badanie nad zachowaniem obu linii (agresywnej i łagodnej) już w 35 pokoleniu od odłowu dało istotne statystycznie różnice. Warto tu przypomnieć, iż szczury laboratoryjne hodowane są od około 400 pokoleń. Efekt hodowli kierunkowej oraz selekcji naturalnej w nowych warunkach mógł wywrzeć na nie bardzo silne piętno.

Towarzyszące dotychczasowemu procesowi domestykacji szczura wędrownego zmiany morfologiczne, jak i zmiany zachowania mogą być tłumaczone efektem interakcji czynników środowiskowych i genetycznych (Ryc. 1). Prawdopodobnym jest, iż różnice między szczurami wędrownymi dzikim a laboratoryjnymi mają silne podłoże genetyczne (m.in. poprzez selekcję naturalną i hodowlę kierunkową zmiana została utrwalona w genomie). Różnice te mają jednak również podłoże epigenetyczne. Epigenetyka zajmuje się badaniem dziedziczności pozagenowej. Bada ona wpływ bodźców środowiskowych na zmiany aktywności biologicznej, które dokonywane są poprzez regulację transkrypcji DNA (BROWN 2007). Podczas rozwoju informacja z genotypu musi zostać „przetłumaczona” (transkrypcja), by stworzyć adekwatny do danego środowiska fenotyp (GOTTLIEB 2007). Transformacja fenotypu

dokonyuje się poprzez zmiany w ekspresji poszczególnych genów. W ten sposób fenotyp zmienia się, podczas gdy genom może pozostać niezmienny. Modyfikacje fenotypu są dziedziczone z pokolenia na pokolenie – nie towarzyszą temu zmiany w strukturze DNA (MASTERPASQUA 2009). Dzięki dziedziczeniu pozagenowemu możliwa jest stosunkowo dynamiczna zmiana fenotypu, np. w odpowiedzi na nagłą zmianę warunków środowiskowych. Zdolność do dziedziczenia niezapisanych w genotypie zmian ma więc wielkie znaczenie adaptacyjne.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że adaptacja szczura dzikiego do warunków laboratoryjnych nie jest procesem liniowym. Większość zmian eliminujących lub tłumiących nieadaptacyjne cechy lub zachowania zachodzi najprawdopodobniej w początkowym etapie domestykacji, w ciągu pierwszych kilkunastu pokoleń (por. BLANCHARD i współaut. 1994, TRUT 1999).

Biorąc pod uwagę fakt, iż proces udomowienia rozpoczyna się często od schwytania zaledwie kilku osobników, nie można wykluczyć wpływu właściwości tych jednostek na późniejszą charakterystykę powsta-



Ryc. 1. Czynniki decydujące o różnicach w morfologii i zachowaniu pomiędzy szczurami dzikimi a laboratoryjnymi.

Za różnice pomiędzy dzikimi szczurami a ich laboratoryjnymi krewnymi odpowiadają zmiany w zachowaniu i morfologii, które nie zostały odziedziczone genowo i pozagenowo, lecz powstają w toku rozwoju osobniczego w wyniku interakcji z zamieszkiwanym środowiskiem. Ontogeneza zaznaczona została linią przerywaną, gdyż tłumaczy ona część różnic pomiędzy szczurami dzikimi zamieszkałymi w naturalnym środowisku a szczurami udomowionymi zamieszkałymi w laboratorium. Niezeterminowane genetycznie lub epigenetycznie zmiany wynikające z wpływu środowiska działają więc na obie linie prawdopodobnie w zbliżony sposób.

łej populacji. Jeśli schwytane zostały osobniki unikatowe genotypowo, może wystąpić zjawisko zwane efektem założyciela, co w konsekwencji prowadzi do dryfu genetycznego w stronę cech rzadko występujących w wyjściowej populacji (LANDE 1976). Temat ten poruszany jest również w dyskusjach nad hodowlą szczurów, a w szczególności w przypadku laboratoryjnych szczurów albinotycznych. Niektórzy badacze wskazują na wystąpienie efektu założyciela również w przypadku laboratoryjnych hodowli szczura dzikiego twierdząc, iż chwytane są osobniki słabe, chore, bądź o nietypowo niskim poziomie lęku (LOCKARD 1968). Wpływ tego czynnika można ograniczyć na przykład wybierając do dalszych badań i rozrodu tylko zwierzęta złapane w młodym wieku, a przez to mniej ostrożne. Młode osobniki opuszczające gniazdo nie są jeszcze zaznajomione z otaczającym środowiskiem, więc nie wywołuje ono u nich reakcji neofobicznej (STRYJEK i PISULA 2008). Dodatkową zaletą pozyskiwania osobników bardzo młodych jest ich niezdefiniowany status w hierarchii grupy, co zapobiega zdobywaniu wyłącznie osobników najsłabszych, które ze względu na bardzo niską pozycję w grupie zmuszone są do poszukiwania niebezpiecznych źródeł pokarmu.

CECHY UDOMOWIENIOWE SZCZURA LABORATORYJNEGO

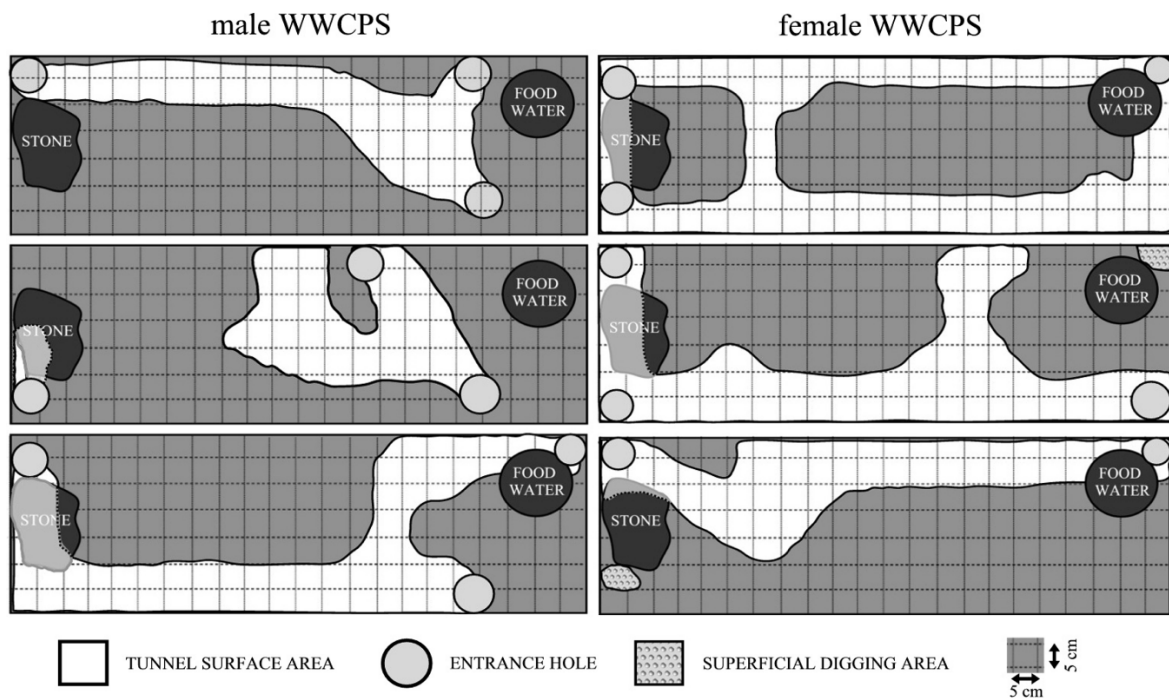
Większość udomowionych zwierząt charakteryzuje się mniejszą objętością mózgu oraz mniej czułymi zmysłami, niż zwierzęta żyjące w środowisku naturalnym (DIAMOND 2002). Według Diamonda sprawny umysł czy dobry wzrok, węch lub słuch w warunkach naturalnych decydują o szansach na przetrwanie, podczas gdy w warunkach laboratoryjnych są znaczącym marnotrawstwem energii, więc wskutek „ewolucyjnej ekonomii” ulegają stopniowej degradacji. Podobne piętno mógł odcisnąć proces udomowienia także na szczurze, prawdopodobnie jednak w mniejszej skali, gdyż od czasu jego udomowienia minęło relatywnie niewiele pokoleń.

Wyniki badań porównawczych linii dzikiej i laboratoryjnej wskazują na liczne różnice występujące pomiędzy tymi dwiema grupami. Z analiz LOCKARDA (1968) wynika, że te grupy różnią się od siebie pod względem anatomicznym. Szczury laboratoryjne cechują większe rozmiary ciała (CASTLE 1947), mniejsza smukłość sylwetki, słabszy kościec, mniejszy rozmiar organów wewnętrznych takich jak mózg, serce, wątroba, śledziona etc. oraz słabszy węch (KEELER 1942). Szczury dzikie wykazują znacznie wyższy stopień agresji i częściej

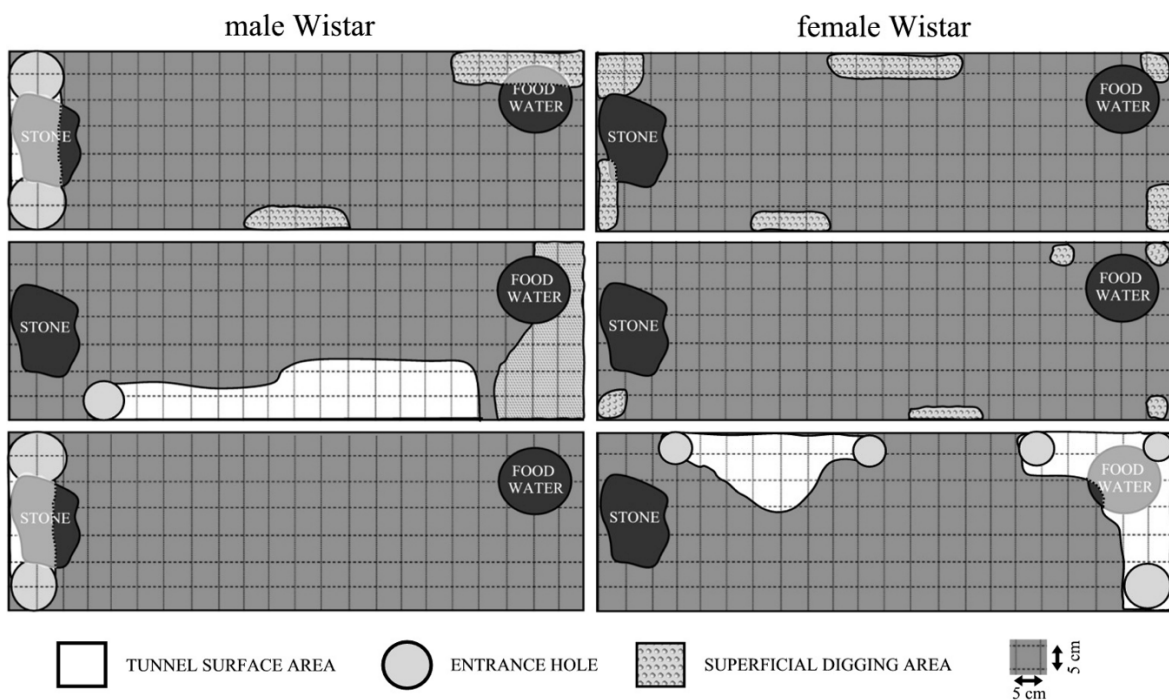
wokalizują (obserwacja własna; LOCKARD 1968, BARNETT i współaut. 1979, BARNETT i HOCKING 1981). Istotną różnicą jest również zdecydowanie niższy u szczurów laboratoryjnych stopień neofobii (obserwacja własna; BARNETT 1958, CALHOUN 1963, MITCHELL 1976, COWAN 1977). Szczury dzikie bardziej dbają o czystość gniazda wynosząc odchody poza jego obręb (obserwacja własna; BOICE 1966). Z drugiej strony, PRICE (1972) stwierdza, iż to szczury laboratoryjne szybciej się uczą (warunkowanie sprawcze). Wyuczone reakcje są jednak przez nie szybciej wygaszane (MILLAR 1975). Szczury dzikie są bardziej niż laboratoryjne wrażliwe na zmiany środowiskowe we wczesnym wieku (HUCK i PRICE 1975).

Inna grupa badań podkreśla brak różnic zachowania pomiędzy obiema liniami. Proces domestykacji nie wpłynął na przykład na preferencje smakowe szczura (SHUMAKE i współaut. 1971). Natomiast BOICE (1977) porównywał systemy nor wykopywane przez albinotyczne szczury laboratoryjne i dzikie szczury wędrownie zarówno w warunkach semi-naturalnych, jak i w warunkach laboratoryjnych. Nie stwierdził on żadnych różnic zarówno w zakresie rozmiarów, jak i układu wykopanych pomieszczeń. Nie zauważył też różnic w rozległości i trwałości stworzonego systemu nor pomiędzy zwierzętami zamieszkującymi nory a trzymanyymi w klatkach laboratoryjnych. Zaobserwowany przez Boice'a brak różnic w budowie nor stoi jednak w sprzeczności z wynikami badania przeprowadzonego przez nasz zespół (STRYJEK i współaut. 2012a). W badaniu tym szczury dzikie kopały podziemne tunele, w których umiejscawiały legowisko. Tunele te były znacznie dłuższe i bardziej złożone niż budowane przez szczury laboratoryjne (Ryc. 2, 3). U szczurów linii udomowionej istotnie częściej obserwowano także zapadnięcia się tuneli wynikające z błędów konstrukcyjnych.

W ostatnich latach nasz zespół przeprowadził wiele badań dotyczących wpływu udomowienia na zachowanie szczura wędrownego (np. STRYJEK i współaut. 2012b, PISULA i współaut. 2015). Aby dokonywać porównań szczepów laboratoryjnych ze szczurami dzikimi w 2006 r. została wyprowadzona laboratoryjna linia szczura dzikiego, *Rattus norvegicus* (STRYJEK i PISULA 2008). Nadano jej nazwę WWCPs (ang. Warsaw Wild Captive Pisula Stryjek). Szczury WWCPs hodowane są w warunkach laboratoryjnych. By zapobiec powstaniu zmian udomowieniowych pula genów linii WWCPs jest regularnie (co 3-4 pokolenia) „odświeżana” poprzez odłów nowych, dzikich osobników.



Ryc. 2. Schemat (rzut z góry) tuneli i nor wykopanych przez szczury dzikie WWCPs (STRYJEK i współaut. 2012a).



Ryc. 3. Schemat (rzut z góry) tuneli i nor wykopanych przez laboratoryjne szczury szczepu Wistar (STRYJEK i współaut. 2012a).

Eksperyment dotyczący pływania spon-tanicznego (STRYJEK i współaut. 2012a) po-kazał, że szczury dzikie wykazują bogatszy niż szczury laboratoryjne repertuar zacho-wań związanych z pływaniem. Poziom aktywności w obrębie zbiornika wodnego różnił

się znacząco pomiędzy niektórymi szczepa-mi szczurów laboratoryjnych. Analiza dobo-wych rozkładów aktywności szczurów (STRYJEK i współaut. 2013) uwidoczniła różnice pomiędzy liniami dziką, laboratoryjną pigmentowaną i laboratoryjną albinotyczną.

Szczury albinotyczne charakteryzowała najniższa aktywność w porze dziennej oraz najsilniejszy spadek aktywności w momencie włączenia oświetlenia. Wyniki szczurów dzikich mieściły się w ramach większości parametrów pomiędzy wynikami linii laboratoryjnej pigmentowanej i albinotycznej. We wszystkich badanych liniach zaobserwowano wysoką rytmiczność okołodobowego cyklu aktywności. Wyniki badania nad neofobią pokarmową (MODLIŃSKA i współaut. 2015) nie potwierdziły prezentowanego przez niektórych badaczy (BARNETT 1958, MITCHELL 1976) poglądu, iż szczury dzikie unikają spożywania nowego pokarmu. We wszystkich badanych grupach zaobserwowano tylko czasowy spadek ilości spożywanego pożywienia, a siła spadku była u wszystkich szczepów porównywalna. Nie znaleziono dowodów na szczególnie niski poziom neofobii u szczurów albinotycznych (zob. MITCHELL 1976). U szczurów dzikich zaobserwowano natomiast znacznie wyższy niż u pozostałych grup poziom stresu. Istotne różnice pomiędzy szczepami szczurów laboratoryjnych i linią szczurów dzikich zaobserwowano również w obszarze zachowań społecznych, w tym w badaniach nad społeczną zabawą u szczurów młodych (HIMMLER B. i współaut. 2013, 2015; HIMMLER S. i współaut. 2014).

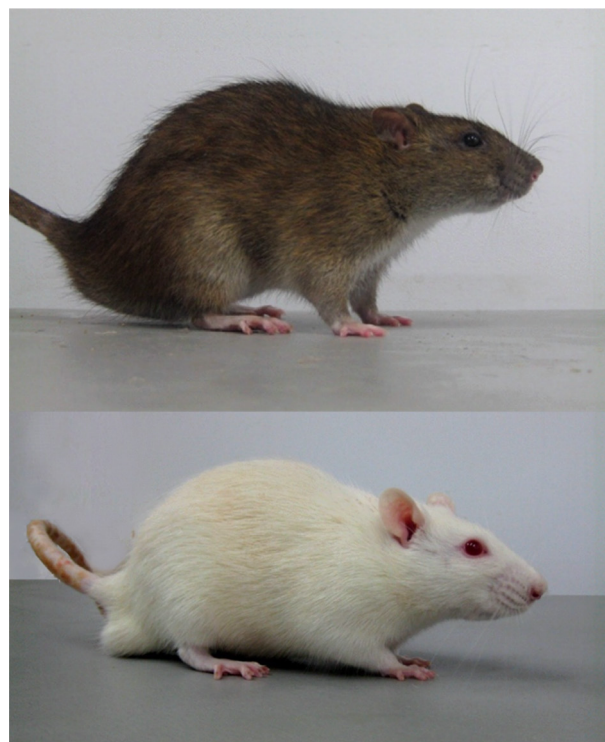
CZY SZCZUR LABORATORYJNY JEST ODPOWIEDNIM OBIEKTEM DO BADAŃ NAUKOWYCH?

Jak wspomniano wcześniej, szczur laboratoryjny jest zwierzęciem najczęściej wykorzystywanym w badaniach behawioralnych. Jednakże trzeba pamiętać, iż kilkaset pokoleń hodowli w drastycznie różnym od naturalnego środowisku oraz prowadzona przez człowieka hodowla kierunkowa są przyczyną znacznych różnic w zachowaniu, morfologii i fizjologii pomiędzy szczurem laboratoryjnym a jego dzikim współplemieńcem (np. BLANCHARD i współaut. 1994).

Niektórzy badacze twierdzą, że szczur laboratoryjny różnił się od swego dzikiego odpowiednika już na samym początku procesu udomowienia, jako że odławiane ze środowiska szczury nie były reprezentatywne dla całej populacji. Odłów zwierząt nie jest procesem losowym. Według BOICE'A (1966), znacznie częściej niż by wynikało z ich udziału w populacji generalnej, udaje się schwycić osobniki o niskim statusie społecznym, głodne, o niewielkich rozmiarach lub chore. Już na starcie procesu ulaboratoryjnienia szczura mieliśmy więc prawdopodobnie do czynienia z osobnikami słabiej przystosowanymi, a w ko-

lejnych pokoleniach różnice te mogły się jeszcze zwiększać.

Różnice między liniami pogłębia fakt, iż wiele szczurów laboratoryjnych to osobniki albinotyczne (Ryc. 4). Albinizm (inaczej bielactwo) wywołany jest przez występującą raz na kilkanaście tysięcy urodzeń mutację pojedynczego genu. Mutacja ta powoduje brak wydzielania enzymu tyrozynazy, który odpowiedzialny jest za produkcję melaniny. Albinizm jest dziedziczony, warunkuje go gen recesywny (GRØNSKOV i współaut. 2007). W warunkach naturalnych bielactwo jest cechą utrudniającą adaptację, ponieważ albinotyczne zwierzę wyróżnia się z grupy i otoczenia kolorem, co czyni je łatwym celem dla drapieżników (DRÖSCHER 1993). Brak pigmentu dotyczy nie tylko sierści. Albinotyczne szczepy szczurów pozbawione są również zabarwienia tęczówki. Na skutek prześwietlania siatkówki dochodzi u nich do upośledzenia wzroku (PRUSKY i współaut. 2002), co oznacza, że widzą znacznie słabiej niż osobniki pigmentowane. Oprócz upośledzonego zmysłu wzroku, szczury albinotyczne charakteryzuje słabszy, w porównaniu do szczurów pigmentowanych, zmysł węchu. KEELER (1942) zauważył, iż oddalenie się od źródła awersyjnego zapachu zajęło im dwukrotnie więcej czasu niż ich pigmentowanym pobratymcom. Szczury albinotyczne dużo słabiej reagują



Ryc. 4. Samce linii dzikiej – WWCPS (na górze) i albinotycznego szczepu Wistar (na dole) (fot. K. Modlińska, R. Stryjek).

też na zapach samicy w rui (SACHS 1996). Ponadto, cierpią na pewne zaburzenia motoryki (WHISHAW i współaut. 2003), gorzej uczą się zadań przestrzennych (HARKER i WHISHAW 2002) oraz prezentują inny wzorzec fazy snu REM (BENCA i współaut. 1998).

Dodatkowo, wiele szczepów szczurów laboratoryjnych to tzw. szczepy wsobne. Chów wsobny (ang. inbreeding) polega na kojarzeniu krewniaczym (tj. blisko spokrewnionych osobników). Taka sytuacja w naturze występuje tylko w warunkach izolacji danej grupy zwierząt od reszty populacji i z powodu znacznego zmniejszenia różnorodności genetycznej nie jest zjawiskiem korzystnym – może być m.in. przyczyną ujawniania się chorób genetycznych. Chów wsobny ma oczywiście także pozytywne strony. Metodą kojarzenia krewniaczego uzyskuje się osobniki o dużym stopniu homozygotyczności, tzn. o bardzo dużym podobieństwie. Jest to niewątpliwą zaletą w badaniach eksperymentalnych, gdzie dąży się do tego, aby jedyną różnicę między porównywanymi grupami stanowiło oddziaływanie eksperymentalne. Dzięki wysokiemu stopniowi homozygotyczności możliwe jest również ograniczenie liczby badanych zwierząt.

Szczury laboratoryjne są w dużej mierze produktem nienaturalnego środowiska, i niejako z definicji nie są idealnym obiektem do analizowania naturalnych form zachowania. Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych na nich badań nie powinny być generalizowane na szczury dzikie. Wielu badaczy (m.in. BEACH 1950, RICHTER 1959, LOCKARD 1968) poddaje w wątpliwość wartość eksperymentów przeprowadzanych na szczurach udomowionych. Wątpliwości dotyczą głównie, ale nie jedynie, badań behawioralnych. ROBINSON (1965) stwierdza co następuje: „Schronienie, żywność i towarzystwo są zapewnione szczurowi bez potrzeby jakiegokolwiek działania z jego strony. Nawet szczur będący idiotą rozkwitłby w takim środowisku¹”. Wtórzuje mu LOCKARD (1968) twierdząc, iż „jest przynajmniej stratą czasu, jeśli nie szaleństwem, eksperymentować na zdegenerowanych pozostałościach po tym, co jest nietknięte u innych (dzikich – przyp. aut.) zwierząt²”.

W wyniku procesu udomowienia cechy, które w środowisku naturalnym były przystosowawcze uległy znacznemu osłabieniu lub zanikowi. Tezę tę potwierdza fakt, iż wpływ domestykacji na mechanizmy

przystosowawcze szczura laboratoryjnego jest tak silny, że czyni niemal niemożliwym jego przetrwanie w warunkach naturalnych (PRICE 2002). KING i DONALDSON (1929) dziewięciokrotnie próbowali wprowadzić szczury laboratoryjne do środowiska naturalnego – bezskutecznie. Szczury albinotyczne zakładały trwające wiele generacji kolonie tylko w warunkach semi-naturalnych (BOICE 1977, BERDOY 2003). Jednym z nielicznych wyjątków była populacja wolno żyjących szczurów albinotycznych na wysypisku śmieci w Montanie (MINCKLER i PEASE 1938). Zostały one wypuszczone na wolność prawdopodobnie przez studentów pobliskiego uniwersytetu, a przeżyły dzięki obfitości jedzenia i niewielkiej liczbie drapieżników. Nieudane próby adaptacji szczura laboratoryjnego do naturalnego środowiska wynikają głównie z zachodzących wskutek udomowienia zmian w morfologii i zachowaniu. W przeciwieństwie do szczura laboratoryjnego szczur dziki jest w stanie przetrwać zarówno w laboratorium, jak i w warunkach naturalnych, co może świadczyć o jego większej skuteczności w zapełnianiu niszy ekologicznych. Istnieje wiele udokumentowanych, skutecznych prób wyprowadzenia linii hodowlanej szczura dzikiego (m.in. BARNETT 1963, CALHOUN 1963, EVANS i współaut. 1968, BOICE 1971, COWAN 1977, BLANCHARD i współaut. 1994, STRYJEK i PISULA 2008). Wszystkie zakończyły się sukcesem, lecz wiązały się ze śmiercią niewielkiej części odłowionych osobników, najsłabiej przystosowanej do warunków laboratoryjnych.

Wątpliwości dotyczące przydatności szczura laboratoryjnego w badaniach behawioralnych nie są oczywiście w stanie przysłonić jego wkładu w rozwój nauki. Osłabienie lub zanik niektórych cech adaptacyjnych, nie zmienia faktu, iż szczury laboratoryjne są organizmami o dużej złożoności układu nerwowego. To one były przedmiotem badań między innymi słynnych behawiorystów (np. J. B. Watsona i B. F. Skinnera) nad prawami uczenia się (warunkowanie klasyczne i instrumentalne, rozkłady wzmocnień etc.). Nie ma wątpliwości, że zbadane przez nich zjawiska związane z procesem uczenia są uniwersalne, a zatem dotyczą także szczura dzikiego.

Istnieje jednak możliwość, iż szczur laboratoryjny nie jest, jak go nazwał LOCKARD (1968), „zdegenerowaną pozostałością po szczurze dzikim”, lecz jego „dzikie” geny pozostały po prostu wyciszone. Ekspresja genów, które okazały się w warunkach laboratoryjnych nieprzystosowawcze i/lub niepotrzebne została zahamowana, podczas gdy ekspresja genów odpowie-

¹„Shelter, food, and mates are provided without the individual making a move to fend for himself. Even an „idiot” rat would flourish in such an environment.”

²„It is at least a waste of time, if not outright folly, to experiment upon the degenerate remains of what is available intact in other animals.”

działnych za cechy, które sprzyjają adaptacji do środowiska laboratoryjnego została zwiększona. Gdyby hipoteza o epigenetycznym charakterze różnic pomiędzy szczurem dzikim a laboratoryjnym była prawdziwa zmiany, które zaszły w procesie domestykacji szczura, być może byłyby odwracalne.

BERDOY (2003) zaobserwował, iż umieszczone w warunkach semi-naturalnych szczury laboratoryjne niemal natychmiast odzyskały charakterystyczny dla ich dzikich kuzynów sposób poruszania się (tj. skakanie). Budowały nory i gromadziły w nich żywność, której nigdy nie brakowało im w warunkach laboratoryjnych. Zaczęły prowadzić podobny do szczurów dzikich nocny tryb życia. Zaobserwowane przez Berdoya zmiany nie mają oczywiście podłoża epigenetycznego, ponieważ tak gwałtowna zmiana w toku ontogenezy wydaje się niemożliwa. Są one zatem dowodem bardzo dużej plastyczności zachowania szczura, cechy, która zdecydowała o sukcesie gatunku – szczur wędrowny skolonizował największe obszary spośród wszystkich ssaków (wyłączając człowieka) (GALEF 2005). Być może zatem część zmian w zachowaniu szczura laboratoryjnego wynika z chwilowego, zmiennego w trakcie ontogenezy wygaszenia niektórych form zachowania w odpowiedzi na brak odpowiedniej stymulacji płynącej ze środowiska.

SZCZUR DZIKI CZY LABORATORYJNY - KLUCZOWA DECYZJA

Wykorzystywanie szczurów dzikich w eksperymentach spotyka się z oporem ze strony niektórych badaczy. Uważają oni, iż tego typu osobniki są szczególnie trudne podczas manipulacji, nie poddają się handlingowi i charakteryzują się znaczną międzyosobniczą wariacją w obrębie wielu cech. Dodatkową przeszkodą może być blokada sanitarna; w większości zwierzętarni pomysł hodowli dzikich szczurów spotkałby się ze zdecydowanym zakazem (są one nosicielami bakterii *Mycoplasma pulmonis*) (STRYJEK i PISULA 2008), istnieje także ryzyko przeniesienia do hodowli laboratoryjnej innych chorób). Prowadzone przez nas badania pokazują jednak, iż prowadzenie przy ich pomocy eksperymentów jest możliwe i pozwala na uzyskanie ciekawych wyników. Ponadto, różnice między liniami laboratoryjnymi jakie obserwujemy podczas badań mogą świadczyć o tym, iż wybór obiektu badania spośród zwierząt udomowionych obciążony jest sporym ryzykiem. Linie szczurów laboratoryjnych w niektórych obszarach mogą różnić się między sobą bardziej, niż od swoich dzikich odpowiedników. Ograni-

czenie się do najpopularniejszych szczepów laboratoryjnych, bez analizy charakterystyki ich cech fizjologicznych i behawioralnych może prowadzić do mylnych wniosków, bądź to przez niedostosowanie procedur eksperymentalnych, bądź też przez zastosowanie nieodpowiednich warunków hodowlanych. Dlatego też wnioski płynące z analizy zachowania wybranych szczepów laboratoryjnych prawdopodobnie mogą być odnoszone tylko do danego szczepu, a generalizacja uzyskanych w tego typu badaniach wyników na całą populację szczurów laboratoryjnych, bądź też na cały gatunek, wydaje się być ryzykowna. Odnosi się to również do wykorzystywania szczurów laboratoryjnych jako modelu różnego typu cech i zachowań. Biorąc pod uwagę znaczną zmienność w obrębie szczepów udomowionych, należałoby dobierać obiekt badań ze szczególną starannością i świadomością jego charakterystyki (zob. CLEMENS i współaut. 2014). Z drugiej strony, słabsze przystosowanie szczurów dzikich do warunków laboratoryjnych może także wywierać wpływ na uzyskane wyniki, na przykład w postaci nie przejawiania przez nie pewnych zachowań, bądź poprzez szczególnie wysoki poziom reakcji emocjonalnych. Wydaje się, iż do badania zwierząt dzikich należy projektować możliwie zbliżone do naturalnych warunki eksperymentalne, a wprowadzane procedury powinny sprzyjać uzyskaniu wyników o wysokiej trafności ekologicznej. Ponadto biorąc pod uwagę występujący w tej grupie wysoki poziom lęku dobrą praktyką byłoby dołożenie starań mających na celu ograniczenie stresogenności manipulacji hodowlanych i eksperymentalnych (zob. STRYJEK 2008, 2010; STRYJEK i MODLIŃSKA 2013).

Streszczenie

Powszechnie wykorzystanie w badaniach eksperymentalnych szczurów wędrownych (*Rattus norvegicus*), a co za tym idzie, niemal 200 lat, czyli setki pokoleń hodowli w sztucznych warunkach, doprowadziły do uzyskania niespotykanych w naturze odmian tego zwierzęcia. Obecnie szczepy laboratoryjne używane są w różnego typu eksperymentach m.in. z dziedziny medycyny, biologii, psychologii. Rosnąca liczba badań wskazuje na szereg różnic anatomicznych, morfologicznych i behawioralnych pomiędzy szczurem dzikim a jego laboratoryjnym odpowiednikiem. Nasuwają się zatem pytania o adekwatność stosowania szczurów laboratoryjnych w niektórych eksperymentach, możliwość generalizacji płynących z nich wniosków oraz o zasadność traktowania tych zwierząt jako modelu naturalnych form zachowania.

Udomowienie, a właściwie ulaboratoryjnienie szczura można traktować jako specyficzny i bardzo dynamiczny proces ewolucyjny. Fakt, że jesteśmy jego świadkami, obfitość dostępnych danych empirycznych oraz ogromny wpływ na losy nauki czyni ów proces szczególnie interesującym.

LITERATURA

- BARNETT S. A., 1958. *Experiments on "neophobia" in wild and laboratory rats*. Brit. J. Psychol. 49, 195-201.
- BARNETT S. A., 1963. *A Study in Behaviour*. Methuen & Co. Ltd.
- BARNETT S. A., 2001. *The story of rats. Their impact on us, and our impact on them*. Allen & Unwin, Crows Nest, Australia.
- BARNETT S. A., HOCKING W. E., 1981. *Further experiments on the social interactions of domestic "Norway" rats*. Aggressive Behav. 7, 259-263.
- BARNETT S. A., DICKSON R. G., HOCKING W. E., 1979. *Genotype and environment in the social interactions of wild and domestic "Norway" rats*. Aggressive Behav. 5, 105-119.
- BEACH F. A., 1950. *The Snark was a Boojum*. Am. Psychol. 5, 115-124.
- BENCA R. M., GILLILAND M. A., OBERMEYER W. H., 1998. *Effects of lighting conditions on sleep and wakefulness in albino Lewis and pigmented Brown Norway rats*. Sleep 21, 451-60.
- BERDOY M., 2003. *The laboratory rat: a natural history*. Film dokumentalny.
- BLANCHARD D. C., POPOVA N. K., PLYUSNINA I. Z., 1994. *Defensive reactions of 'wild-type' and 'domesticated' wild rats to approach and contact by a threat stimulus*. Aggressive Behav. 20, 387-397.
- BOICE R., 1966. *The problem of domestication in the laboratory rat and a comparison of partially reinforced "discriminatory" and anticipatory licking in domestic and wild strains of Rattus norvegicus*. Michigan State University, Department of Psychology, USA.
- BOICE R., 1971. *Laboratorizing the wild rat (Rattus norvegicus)*. Behav. Res. Meth. Instrument. 3, 177-182.
- BOICE R., 1977. *Burrows of wild and albino rats: effects of domestication, outdoor raising, age, experience, and maternal state*. J. Comp. Physiol. Psychol. 91, 649-661.
- BROWN R. E., 2007. *Behavioural phenotyping of transgenic mice*. Can. J. Exp. Psychol. 61, 328-344.
- BURT J., 2006. *Rat*. Reaktion Books.
- CALHOUN J. B., 1963. *The Ecology and Sociology of the Norway Rat*. Bethesda, Maryland, U.S. Department of Health, Education and Welfare.
- CASTLE W. E., 1947. *The domestication of the rat*. Genetics 33, 109-117.
- CLEMENS L. E., JANSSON E. K. H., PORTAL E., RIESS O., NGUYEN H. P., 2014. *A behavioral comparison of the common laboratory rat strains Lister Hooded, Lewis, Fischer 344 and Wistar in an automated home cage system*. Genes Brain Behav. 13, 305-321.
- COWAN P. E., 1977. *Neophobia and neophilia: new-object and new-place reactions of three Rattus species*. J. Comp. Physiol. Psychol. 91, 63-71.
- DIAMOND J., 2002. *Evolution, consequences and future of plant and animal domestication*. Nature 418, 700-707.
- DRISCOLLA C. A., MACDONALD D. W., O'BRIEN S. J., 2009. *From wild animals to domestic pets, an evolutionary view of domestication*. Proc. Natl. Acad. Sci USA 106, 9971-9978.
- DRÖSCHER V. B., 1993. *Białe lwy muszq umrzeć*. Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa.
- EVANS C. S., SMART J. L., STODDART R. C., 1968. *Handling methods for wild house mice and wild rats*. Lab. Anim. 2, 29-34.
- FINLAY B. L., SENGELAUB D. R., 1981. *Toward a neuroethology of mammalian vision: ecology and anatomy of rodent visuomotor behavior*. Behav. Brain Res. 3, 133-149.
- GALEF B. G., 2005. *Social learning*. [W:] *The behavior of the laboratory rat*. WHISHAW I. Q., KOLB B. (red.). Oxford University Press, New York, 363-370.
- GOTTLIEB G., 2007. *Probabilistic epigenesis*. Dev. Sci. 10, 1-11.
- GRØNSKOV K., EK J., BRONDUM-NIELSEN K., 2007. *Oculocutaneous albinism*. Orphanet J. Rare Diseases 2, 43.
- HARKER K. T., WHISHAW I. Q., 2002. *Place and matching-to-place spatial learning affected by rat inbreeding (Dark-Agouti, Fischer 344) and albinism (Wistar, Sprague-Dawley) but not domestication (wild rat vs. Long-Evans, Fischer-Norway)*. Behav. Brain Res. 134, 467-77.
- HIMMLER B. T., DERKSEN S. M., STRYJEK R., MODLIŃSKA K., PISULA W., PELLIS S. M., 2013. *How domestication modulates play behavior: A comparative analysis between wild rats and a laboratory strain of Rattus norvegicus*. J. Comp. Psychol. 127, 453-464.
- HIMMLER B. T., HIMMLER S. M., STRYJEK R., MODLIŃSKA K., PISULA W., PELLIS S. M., 2015. *The development of juvenile-typical patterns of play fighting in juvenile rats does not depend on Peer-Peer Play Experience in the Peri-Weaning Period*. Int. J. Comp. Psychol. 28, 1-20.
- HIMMLER S. M., MODLIŃSKA K., STRYJEK R., HIMMLER B. T., PISULA W., PELLIS S. M., 2014. *Domestication and diversification: A comparative analysis of the play fighting of the Brown Norway, Sprague-Dawley, and Wistar laboratory strains of Rattus norvegicus*. J. Comp. Psychol. 128, 318-327.
- HUCK U. W., PRICE E. O., 1975. *Differential effects of environmental enrichment on the open-field behavior of wild and domestic Norway rats*. J. Comp. Physiol. Psychol. 89, 892-898.
- KEELER C. E., 1942. *The association of the black (non-agouti) gene with behavior in the Norway rat*. J. Hered. 33, 371-384.
- KING H. D., DONALDSON H. H., 1929. *Life processes and size of the body and organs of the gray Norway rat during ten generations in captivity*. Am. Anatom. Mem. 14, 1-106.
- LANDE R., 1976. *Natural selection and random genetic drift in phenotypic evolution*. Evolution 30, 314-334.
- LICKLITER R., NESS J. W., 1990. *Domestication and comparative psychology: Status and strategy*. J. Comp. Psychol. 104, 211-218.
- LOCKARD R. B., 1968. *The albino rat: a defensible choice or a bad habit?* Am. Psychol. 23, 734-742.
- MASTERPASQUA F., 2009. *Psychology and epigenetics*. Rev. Gener. Psychol. 13, 194.
- MILLAR R. D., 1975. *Free-operant comparisons of wild and domestic Norway rats*. J. Comp. Physiol. Psychol. 89, 913-922.
- MINCKLER J., PEASE F. D., 1938. *A colony of albino rats existing under feral conditions*. Science 87, 460-461.
- MODLIŃSKA K., STRYJEK R., PISULA W., 2015. *Food neophobia in wild and laboratory rats (multi-strain comparison)*. Behav. Proc. 113, 41-50.
- MITCHELL D., 1976. *Experiments on neophobia in wild and laboratory rats: A reevaluation*. J. Comp. Physiol. Psychol. 90, 190-197.
- PISULA W., 2009. *Curiosity and information seeking in animal and human behavior*. Brown Walker Press, Boca Raton, Florida, USA.

- PISULA W., MODLIŃSKA K., CHRZANOWSKA A., STRYJEK R., 2015. *Behavioural Differences in Brown-Norway and Wild-Type Rats Maintained in Standard or Enriched Environment in Response to Novelty in a Familiarised Environment*. Psychology 6, 251-262.
- PRICE E. O., 1972. *Domestication and early experience effects on escape conditioning in the Norway rat*. J. Comp. Physiol. Psychol. 79, 51.
- PRICE E. O., 1999. *Behavioral development in animals undergoing domestication*. Appl. Anim. Behav. Sci. 65, 245-271.
- PRICE E. O., 2002. *Animal domestication and behavior*. Cabi.
- PRUSKY G. T., HARKER K. T., DOUGLAS R. M., WHISHAW I. Q., 2002. *Variation in visual acuity within pigmented, and between pigmented and albino rat strains*. Behav. Brain Res. 136, 339-348.
- RICHTER C. P., 1959. *Rats, man, and the welfare state*. Am. Psychol. 14, 18-28.
- ROBINSON R., 1965. *Genetics of the Norway rat*. Pergamon Press, Oxford.
- SACHS B. D. 1996. *Penile erection in response to remote cues from females: albino rats severely impaired relative to pigmented strains*. Physiol. Behav. 60, 803-808.
- SHUMAKE S. A., THOMPSON R. D., CAUDILL C. J., 1971. *Taste preference behavior of laboratory versus wild Norway rats*. J. Comp. Physiol. Psychol. 77, 489-494.
- SŁAWIŃSKI T., 1981. *Zasady hodowli zwierząt laboratoryjnych*. PWN, Warszawa.
- STRYJEK R., 2008. *Devices for handling small mammals in laboratory conditions*. Acta Neurol. Exp. 68, 407-413.
- STRYJEK R., 2010. *Transportation device for rats*. Lab. Anim. 39, 279-281.
- STRYJEK R., PISULA W., 2008. *Warsaw Wild Captive Pisula Stryjek rat - Establishing a breeding colony of Norway rat in captivity*. Polish Psychol. Bull. 39, 67-70.
- STRYJEK R., MODLIŃSKA K., 2013. *A thigmotaxis-based method of recapturing and transporting small mammals in the laboratory*. Lab. Anim. 9, 321-324.
- STRYJEK R., MODLIŃSKA K., PISULA W., 2012a. *Species specific behavioral patterns (digging and swimming) and reaction to novel objects in wild type, Wistar, Sprague-Dawley and Brown Norway rats*. PLoS One 7, 1-10.
- STRYJEK R., MODLIŃSKA K., PISULA W., 2012b. *Response to spatial and nonspatial change in wild (WWCPS) and Wistar rats*. Polish Psychol. Bull. 43, 124-131.
- STRYJEK R., MODLIŃSKA K., TURLEJSKI K., PISULA W., 2013. *Circadian rhythm of outside-nest activity in wild (WWCPS) vs albino and pigmented laboratory rats*. PLoS One 8, e66055.
- TRUT L., 1999. *Early Canid Domestication: The Farm-Fox Experiment*. Am. Sci. 87, 160-169.
- WHISHAW I. Q., GORNY B., FOROUD A., KLEI J. A., 2003. *Long-Evans and Sprague-Dawley rats have similar skilled reaching success and limb representations in motor cortex but different movements: some cautionary insights into the selection of rat strains for neurobiological motor research*. Behav. Brain Res. 145, 221-232.

KOSMOS Vol. 65, 2, 0-000, 2016

DOMESTICATION (LABORATIZATION) OF THE NORWAY RAT AND ITS IMPLICATIONS FOR SCIENTIFIC RESEARCH

RAFAL STRYJEK, KLAUDIA MODLIŃSKA

Institute of Psychology PAS, Jaracza 1, 00-378 Warszawa, E-mail: rstryjek@wp.pl

Summary

The widespread use of Norway rats in experimental research, and therefore almost two hundred years and hundreds of generations of breeding in artificial conditions, have led to the forms (strains and breeds) of this species, that are unprecedented in nature. Currently, laboratory strains are used in various experiments i.a. in the field of medicine, biology, and psychology. A growing number of studies, however, points out a number of differences in anatomy, morphology and behavior between the wild rat and its laboratory counterpart. Thus, questions arise about (a) the relevance of the use of laboratory rats in some experiments, (b) the potentiality to generalize obtained results and (c) the justification for the use of these animals as models of natural forms of behavior.

Domestication (actually laboratization) of the rat can be regarded as a specific and highly dynamic evolutionary process. The fact that it can be observed, abundance of available empirical data, and its huge impact on the science makes this process particularly interesting.