

Różnorodność genetyczna renifera (*Rangifer tarandus*) z uwzględnieniem wpływu człowieka

Katarzyna Tajchman, Leszek Drozd

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Etologii i Dobrostanu Zwierząt,
Zakład Hodowli Zwierząt Dzikich,
ul. Akademicka 13;*

Renifery (*Rangifer* sp.) to jeden z niewielu przedstawicieli mega fauny, które przeżyły na terenach wolnych od lodu w północnych regionach Eurazji podczas ostatniego zlodowacenia. Kiedy lodowce zaczęły wycofywać się, wiele innych gatunków fauny plejstoceniowej zaczęło wymierać, np. mamut, nosorożec włochaty, dziki koń, bizon gigant i inne (FAO, 2007; Müller-Wille i in., 2006).

To również zwierzęta, które jako ostatnie przeszły próby udomowienia przez ludność Starożytności. Bardzo niewiele wiadomo o udomowieniu reniferów. Były one najprawdopodobniej ostatnimi z dużych ssaków, które mogły być poddane temu procesowi. Nasuwa się pytanie, w jaki sposób doszło do użytkowania renifera?

Celem pracy było przedstawienie oraz omówienie wpływu prób domestykacji reniferów na różnorodność genetyczną gatunku.

Próby domestykacji reniferów

Intensywną i na dużą skalę hodowlę reniferów prowadziła ludność Saamów już w średniowieczu, kiedy liczebność dzikich osobników została uszczuplona przez praktyki łowieckie. Egzystencja Saamów zależała głównie od połowów ryb, polowań na dzikie renifery, chwytania ptaków, zbierania jagód i wykorzystywania innych naturalnych zasobów. Na początku renifery były użytkowane jako zwierzęta pociągowe i juczne oraz jako „żywe przynęty” wykorzystywane w celu zwabienia innych dziko żyjących osobników. Praktyki takie były stosowane już od XV wieku w górskich rejonach Szwecji. Pasterstwo

małych stad, dojenie, wycielenia były kontrolowane w niektórych rejonach. Na początku XVII w. liczba oswojonych zwierząt znacznie wzrosła. Koczownicza hodowla reniferów rozprzestrzeniła się od Laponii do Półwyspu Kolskiego. Na przełomie XVI i XVII w. styl życia hodowców, migracje, użytkowanie gruntów i obłożenie terenu były dyktowane przez intensywną hodowlę tego gatunku (Vainshtein, 1980; Aronsson, 1991; Kofinas i in., 2000; Jernsletten i Klokov, 2002).

Renifery to zwierzęta żyjące w ostrym i trudnym klimacie, które wykształciły szereg cech charakterystycznych i odmiennych w porównaniu z innymi gatunkami jeleniowatych (*Cervidae*). W okresie jesiennym mają bardzo gęstą okrywą włosową, złożoną z włosów okrywowych i gęstych wełnistych, która chroni je zarówno przed mrozem, jak i przemoknięciem. Włosy tego gatunku mają charakterystyczną budowę, ponieważ są puste w środku (podobnie jak słoma), a powietrze w nich uwięzione stanowi doskonałą izolację termiczną (Dieterich i Morton, 1990). Wiosną renifery linieją, na chwilę pozostając w „sukni letniej” o ciemnym kolorze, aby wkrótce zacząć nakładać z powrotem zimowe, białoszare futro. Pysk renifera również jest owłosiony, co zapewnia ochronę przed zimnem podczas żerowania w śniegu. Nogi, również porośnięte włosami, kończą się mocnymi, szeroko rozstawionymi racicami, ułatwiającymi poruszanie się po śniegu zimą i bagnistym terenie podczas wiosenno-letnich roztopów. Renifery to zwierzęta żywiące się głównie trawami i porostami. Zimą potrafią wykopać pożywienie spod grubej warstwy śniegu,

a ich układ pokarmowy jest doskonale przystosowany do trawienia nawet zamrożonego pokarmu (Müller-Wille i in., 2006).

W sezonie jesiennym ich ciała są otłuszczone i mocne. To optymalny okres na polowanie na ten gatunek, w którym myśliwi mogli pozyskać najlepszej jakości mięso, kości, najmocniejsze ścięgna i najgrubsze futro, dzięki czemu całe rodziny mogły przetrwać długie zimy. Główną metodą polowania na renifery było zagonienie zwierząt do dołu ograniczonego ścianami skalnymi w kształcie litery V, gdzie następnie były one masowo ubijane lub przetrzymywane przez jakiś okres. Taka działalność była przykładowo prowadzona na półwyspie Varanger, położonym na dalekiej północy Norwegii na granicy występowania ludności Saamów, Rosjan, Finów i Norwegów (Müller-Wille i in., 2006).

W przeciwieństwie do większości innych gatunków zwierząt, których dzicy przodkowie wyginęli (np. bydlę, konie), są zagrożone (np. osły, lamy, alpaki) lub których zasięg geograficzny bardzo się skurczył (np. owce, kozy), dzikie populacje reniferów są nadal szeroko rozpowszechnione w północnej Eurazji i północnej Ameryce (karibu). Obecnie prawie 50% z około 3 000 000 reniferów Starego Świata to dzikie zwierzęta, a stada wolno żyjące oraz kontrolowane przez człowieka cały czas współistnieją na tych obszarach. W samej Norwegii w 2010 r. 500 hodowców posiadało około 180 000 reniferów, natomiast w Chukocie 1500 osób opiekowało się 200 000 zwierząt. W autonomicznym Okręgu Nonets było 912 właścicieli posiadających 160 000 renów, a na terenie Sakan (Jakutia) 2252 osoby hodowały 180 000 zwierząt tego gatunku. Tylko w samej Eurazji hodowlę reniferów prowadzi ponad 20 różnych nacji rdzennej ludności Arktyki, w tym blisko 100 000 hodowców hoduje 2,5 mln półudomowionych reniferów na ponad 4 mln km² pastwisk (Magga i in., 2010). Daje to możliwość analizy interakcji między tymi populacjami. Uważa się, że renifery przeszły tylko wczesną fazę udomowienia, mogą być modelem przykładowym do analizy pierwszych etapów tego procesu. Prawdopodobnie udało się je częściowo udomowić ze względu na ich uległy charakter i chęć przebywania w pobliżu ostoi ludzkich. Zwierzęta te są jednak bardzo niezależne, nie muszą być karmione ani utrzymywane przez

człowieka, w związku z tym prawdopodobnie nie doszło do całkowitego ich udomowienia (Baskin, 2000; Reimers i Colman, 2006; Troy i in., 2001). Najbardziej podatne na proces udomowienia są samice reniferów. W Szwecji średnio 90% hodowanych reniferów powyżej jednego roku życia to samice, które w odróżnieniu od samców w środowisku naturalnym częściej rezygnują z lepszego pastwiska, lepszej jakości żeru na korzyść spokoju i bezpieczeństwa (Skarin i Ahman, 2014).

Policentryczna hipoteza pokrewieństwa reniferów

Istnieją dwie teorie dotyczące rozprzestrzenienia się tego gatunku. Zgodnie z teorią monocentryczną, renifery pojawiły się kilka tysięcy lat temu na wschód od Uralu w południowej części syberyjskiej tajgi, skąd rozprzestrzeniły się na inne regiony. Druga hipoteza – policentryczna twierdzi, że udomowienie reniferów przebiegało niezależnie w różnych częściach Eurazji (Mirov, 1945; Nelleman, 1961; Gordon, 2003). W celu wyjaśnienia tych wątpliwości norwescy naukowcy (Røed i Midthjell, 1998; Røed i in., 2008) przeanalizowali mikrostelitarne i mitochondrialne (mt) DNA dzikich i hodowlanych stad, pochodzących z całej Eurazji. Pobrano 732 próbki krwi i tkanek mięśniowych reniferów z 26 lokalizacji w całej Eurazji. Określono poziom zmienności genetycznej sekwencji mikrosatelitarnej i mitochondrialnego DNA. W wyniku tych badań, w oparciu o mtDNA zidentyfikowano 95 różnych haplotypów. W dendrogramie tworzą one 5 haplogrup (klastrów). Jeden z klastrów (I) reprezentuje dużą populację reniferów, które występowały na całym obszarze Beringii podczas ostatniego zlodowacenia (Beringia to pas lądu łączący dzisiejszą Syberię w Azji z terenami północnej Kanady i Alaski w Ameryce Północnej. Była kiedyś pokryta roślinnością i zamieszkiwana przez przodków dzisiejszych Indian). Klaster ten występuje najczęściej we wszystkich rosyjskich stadach, natomiast haplogrupy II i III dominują w Fennoskandii. Haplotypy z klastra II wykazują dużą frekwencję we wszystkich stadach hodowlanych w Fennoskandii oraz południowo-zachodniej dzikiej populacji Norwegii. Haplotypy z klastra III mają natomiast ograniczone występowanie u dzikich zwierząt środkowej Norwegii, nie stwierdzono go u żadnego z hodowlanych reniferów

z Fennoskandii. Haplogrupy IV i V tworzą prawdopodobnie zwierzęta udomowione, które w wyniku handlu i wymiany między różnymi terenami posiadają pulę genową wspólną odpowiednio dla: Fennoskandii i Rosji oraz Rosji Wschodniej i Zachodniej (Roed i in., 1998, 2008).

Zaobserwowano duże zróżnicowanie w występowaniu haplotypów między populacjami reniferów hodowlanych w Rosji i Fennoskandii, co sugeruje oddzielne początki udomowienia w obu tych regionach. Może to być także związane z ograniczoną wymianą pasterskich reniferów między tymi obszarami.

Szczególnie godne uwagi jest pokrewieństwo rosyjskich hodowlanych reniferów występujących na półwyspie Kola, które znajdują się bardzo blisko północnej części Norwegii i Finlandii. Wskazuje to na wspólne pochodzenie stad w ramach każdego z tych regionów, a także szeroką wymianę między regionami i handel zwierzętami. Potwierdza to duża różnorodność genetyczna wszystkich hodowlanych zwierząt w porównaniu z lokalnymi dziko żyjącymi stadami (Nieminen, 2006).

Wyróżniono trzy haplotypy: A – wschodnia Rosja, B i C – Fennoskandia. Najczęściej jednak w centralnej norweskiej dzikiej populacji występuje haplotyp – E, a w fińskiej dzikiej populacji – F. Obydwa te haplotypy nie wystąpiły u hodowlanych zwierząt (Roed i in., 2008).

Analiza drzewa filogenetycznego wykazuje potwierdzenie występowania trzech haplogrup: I – wszystkie rosyjskie stada, II – dzikie stada centralnej Norwegii i III – reszta fennoskandyjskich stad hodowlanych i dziko żyjących zwierząt. Praktycznie ten sam podział uzyskano dla sekwencji mikrostelitarnego, jak i mitochondrialnego DNA. Podział ten potwierdzono też analizą statystyczną, gdzie wyraźny wzrost zmienności zaobserwowano przy rozdzielaniu stad rosyjskich od fennoskandynawskich i dalszy wzrost przy rozdzielaniu dzikich populacji w środkowej Norwegii od reszty. Wysoki stopień podziału haplotypów między żyjącymi populacjami reniferów w regionie górskim Hardangervidda w południowej Norwegii i stadami w Fennoskandii wskazuje, że ta populacja mogła przyczynić się do wczesnego udomawiania lub zwiększyć populację zwierząt hodowlanych. Analizy genetyczne kopalnych reniferów z regionu Hardangervidda

nie wykazały jednak podziału haplotypów między reniferem hodowlanym a dziko żyjącym, co wskazuje, że renifer z Hardangervidda nie przyczynił się do wczesnego udomawiania w Fennoskandii. Istotna zmienność genetyczna zaobserwowana w tej populacji jest związana z introgracją reniferów hodowlanych do puli genów dzikich populacji w XIX w. w okresach, kiedy praktykowano hodowlę reniferów w tym regionie (Roed i in., 2011). Analizy wyraźnie wskazują na niezależne pochodzenie reniferów hodowlanych przez plemiona Saamów. Pule genowe z Fennoskandii i Rosji spotykają się ze sobą we wschodniej Finlandii. Może to odzwierciedlać częstą wymianę handlową i transport zwierząt w XVIII w. między pasterzami w Finlandii Wschodniej (Roed i Midtjell, 1998; Roed i in., 2008).

Istnieje również wyraźna różnica w charakterystyce genetycznej między zachodnimi i wschodnimi stadami rosyjskich reniferów. Największe zróżnicowanie występuje między obszarami wydzielonymi geograficznie: Fennoskandia, zachodnia Rosja i wschodnia Rosja. Podział ten potwierdzają wyniki analiz mtDNA, co może sugerować nie dwa a trzy różne rejony, w których próbowano udomowić te zwierzęta. Mimo że często obserwuje się podobne założenia genetyczne dzikich i hodowlanych reniferów, wykazano pewne wyraźne wyjątki. Renifery częściowo udomowione wykazują silniejsze powinowactwo do zachodnich i północnych rozproszonych dzikich stad. Proces udomowienia przebiegał prawdopodobnie w dużych stadach w tundrze, a nie w mniejszych, przebywających na terenach leśnych (tajdze). Typ zasiedlający obszary otwarte jest mniej płochliwy niż zamieszkujący lasy i posiada bardziej wyraźną strukturę socjalną. Niektórzy naukowcy wyróżniają dwie subpopulacje: renifera leśnego (tajga) i otwartych przestrzeni (tundra), które zaczęły różnicować się ponad 200 000 lat temu. Ekotyp leśny charakteryzuje się większymi rozmiarami ciała, długimi kończynami oraz krótszym i cięższym porożem, natomiast renifery bytujące w tundrze zazwyczaj nakładają długie i smukłe poroża. Co ciekawe, około 30–40% samic leśnego renifera nie nakłada poroża, co może wskazywać na adaptację do nowych warunków środowiskowych (Geist, 2003; Skarin i Ahman, 2014).

„Arktyczne” renifery są natomiast mniejsze i mają krótszy pysk. Proporcjonalnie mniejszy rozmiar ciała może być efektem kierunkowej selektywnej presji w ekstremalnych warunkach środowiska. Tezę tę może potwierdzać reguła Bergmanna, która głosi, że zwierzęta stałocieplne (ssaki, ptaki) klimatów ciepłych mają mniejsze rozmiary ciała niż blisko z nimi spokrewnione zwierzęta, żyjące w klimatach chłodnych. Jest tak dlatego, że większe ciała mają mniejszą powierzchnię wobec objętości i tracą mniej ciepła na jednostkę masy (co jest korzystne w niskich temperaturach) i odwrotnie w przypadku mniejszych rozmiarów.

Wpływ zlodowaceń na pokrewieństwo reniferów

Zmienność genetyczną możemy wytłumaczyć zmianami klimatu, jakie zachodziły w przeszłości, głównie związanymi ze zlodowaceniami. Wraz z topnieniem lodowca renifer przemieszczał się za nim na tereny, gdzie nadal występuje. Obecne ocieplenie klimatu może powodować dalsze kurczenie się obszarów naturalnego występowania tego gatunku. Szacuje się, że tereny w Kanadzie pod koniec XXI w. mogą skurczyć się nawet o 90%, a w Norwegii zwierzęta mogą się odizolować tylko do terenów górzystych i w tundrze dalekiego wschodu. Renifery to jeden z niewielu gatunków mega fauny, które przeżyły na terenach wolnych od lodu w północnych regionach Eurazji podczas ostatniego zlodowacenia. Prawdopodobnie posiadają pewne cechy przystosowawcze, które umożliwiły im funkcjonowanie. Ich procesy fizjologiczne nie tolerują jednak wysokich temperatur, ponieważ zwierzęta te nie mają prawie żadnych gruczołów potowych, a ich układ oddechowy zbudowany jest tak, by powietrze wdychane przez zwierzęta było w tej samej temperaturze niezależnie od pory roku. Typowa izolacja w celu zachowania równowagi cieplnej w chłodnym klimacie występuje u reniferów dzięki wytwarzaniu przez nie ciepła metabolicznego, odpowiedniej minutowej objętości oddechowej czy sezonowych zmian okrywy włosowej (Johnsen i Mercer, 1986). Obecnie zmiany klimatyczne bardzo szybko postępują i nie jest pewne czy renifery dostosują się do nich. Zmiany te dotyczą zwłaszcza migrujące zwierzęta. Ciepłe lata oznaczają większą aktywność insek-

tów, w wyniku czego renifery nie mogą spokojnie odżywiać się i zgromadzić odpowiednich zapasów tkanki tłuszczowej na zimę. Wcześniejsze wiosny oznaczają, że największy rozkwit roślinności następuje zanim migrujące zwierzęta dotrą na letnie pastwiska, a cieplejsze zimy oznaczają więcej marznącego deszczu tworzącego na ziemi pokrywę lodową, przez którą renifery nie mogą się przekopać, w wyniku czego masowo głodują (Vors i Boyce, 2009). Kurczenie się obszarów naturalnego występowania tych zwierząt obserwuje się już od końca plejstocenu, kiedy opuściły one tereny północnej Hiszpanii i północnych Włoch, a w Ameryce Północnej obszar Missisipi (Müller-Wille i in., 2006). Współczesne zmiany klimatu mają podobny wpływ na rozkład gatunków i strukturę populacji, co ma istotne konsekwencje dla wzorców różnorodności genetycznej i potencjału ewolucyjnego gatunków (Yannic i in., 2014).

Inne spojrzenie na zróżnicowanie fenotypowe tego gatunku mają Flagstad i Røed (2003), którzy wyróżnili trzy grupy ekologiczne:

- kontynentalnej tundry: renifery euroazjatyckie (*R. t. tarandus*), karibu alaskański (*R. t. granti*) oraz karibu kanadyjski (*R. t. groenlandicus*) – zwierzęta o długich i smukłych porożach;
- leśne: renifery euroazjatyckie, renifer fiński (*R. t. fennicus*) i karibu Ameryki Północnej (*R. t. karibu*) – osobniki o większym i cięższym ciele, długich nogach, ale krótkim i ciężkim porożu; u 30–40% samic występuje naturalne pozbawienie poroża jako przystosowanie do warunków leśnych;
- arktyczne: renifery Svalbardu (*R. t. platyrhynchus*), karibu Peary – renifer mały (*R. t. pearyi*) i wcześniej wymarłe formy z Grenlandii (*R. t. eogroenlandicus*).

Zróżnicowanie ww. form ekotypowych prawdopodobnie wykształciło się w efekcie izolowania populacji przez kolejne zlodowacenia. Kontynentalny ekotyp tundry pochodzi z terenu Beringia i występuje w Europie środkowej na północ od Alp. Forma arktyczna mogła przetrwać w ostojach w tundrze na północy występowania lądolodu w arktycznej Kanadzie i/lub północnej Grenlandii. Ekotyp leśny jest natomiast formą

strefy umiarkowanej, oddzieloną przez refugia południowe od kontynentalnych pokryw lodowych (Flagstad i Røed, 2003). Nie odnaleziono żadnego zróżnicowania filogenetycznego pomiędzy reniferami leśnymi a karibu alaskańskim, co potwierdza, że populacje te stosunkowo niedawno oddzieliły się od wspólnego przodka (Wilson i in., 1997). Potwierdzają to jedynie różnice genetyczne między reniferami a karibu dla DQA – głównego kompleksu zgodności tkankowej, κ-kazeiny i D-loop. Większość alleli występuje zarówno u reniferów jak i karibu, jednak część z nich różni się, więc przepływ genów był ograniczony (Cronin i in., 1995). Stwierdzono również wyraźne podobieństwo między reniferami Svalbard i Peary, co sugeruje ich wspólne pochodzenie od dużych form arktycznych tego gatunku. Badania mtDNA wykazały, że renifery Svalbard były też jeszcze bliżej spokrewnione z populacjami euroazjatyckimi. Ekotyp arktyczny ma zatem difiletyczne pochodzenie (Flagstad i Røed, 2003). Drzewo filogenetyczne w tym przypadku składa się z dwóch dużych kładów, z których każdy pochodzi z odrębnych, geograficznie odległych terenów. Haplogrupa I składa się wyłącznie z haplotypów występujących wśród zwierząt z Fennoskandii. Haplotypy należące do tej grupy nie występują u osobników udomowionych w Rosji. Haplogrupa II obejmuje haplotypy znalezione wśród północnoamerykańskich leśnych karibu. Oprócz tych grup można wyróżnić kilka małych kładów występujących na określonych geograficznie terenach. Przykładem są renifery na Svalbardzie, które stanowią odrębny kład i posiadają haplotypy znalezione u populacji w Quebecu. Trzecia haplogrupa składa się z populacji osobników występujących na terenach między haplogrupą I a haplogrupą II. Ekspansja haplogrupy I została datowana na 15 000 lat temu, natomiast haplogrupy III została oszacowana na około 115000 lat temu. Haplogrupy I i II podczas zlodowaceń były połączone ze sobą Beringią, która obejmowała ogromne obszary tundry Eurazji i Ameryki Północnej (Flagstad i Røed, 2003).

Stopień domestykacji reniferów – podsumowanie

W literaturze naukowej istnieje do dzisiaj pewna niejasność dotycząca klasyfikacji hodowanych reniferów. Czy są to zwierzęta udomowione, pół-udomowione, czy tylko oswojone lub poskromione? Udomowienie jest bardzo powolnym procesem, który we wczesnych fazach może wiązać się z zarządzaniem i kontrolą dzikimi stadami, a w efekcie prowadzić do późniejszej hodowli w niewoli. Istnieje coraz więcej dowodów i powiązań historyczno-kulturowych na relacje renifer-człowiek będące kluczowym elementem do zrozumienia historii ludności zamieszkującej północne szerokości geograficzne (Skarin i Ahman, 2014).

W dziedzinie hodowli zwierząt nie zostało jednak naukowo zdefiniowane określenie: zwierzęta pół-udomowione. Wielu badaczy twierdzi, że gatunek ten jest tylko pół-udomowiony w porównaniu do innych zwierząt. Poskramianie natomiast to proces szkolenia, który nie jest związany z procesem selekcji genetycznej, jaka występuje podczas udomowienia. Tolerancja reniferów w stosunku do ludzi jest wciąż mniejsza w porównaniu z innymi zwierzętami gospodarskimi (np. bydłem, owcami czy psami). Cechą charakterystyczną udomowionych zwierząt jest np. większa wrażliwość na zmiany środowiskowe, ponieważ są one pod ciągłą ochroną i brak jest bodźców, które mogą oznaczać zagrożenie. Renifery nigdy nie były szczególnie chronione, ani też nie znaleziono dla nich stałych siedlisk bytowania. Dlatego też prawdopodobnie zachowały wiele cech dzikich zwierząt. Zachowują się też podobnie w przypadku zagrożenia. Tundra sprzyja bardziej stadnemu życiu w porównaniu z tajgą. Jest to rodzaj strategii unikania drapieżników w krajobrazie otwartym.

Renifery są też ciągle narażone na polowanie, już od paleolitu po dziś dzień. Jedynie na karibu (w Ameryce Północnej) poluje się obecnie tylko w ciągu ostatnich 20–30 lat (Skarin i Ahman, 2014).

Literatura

- Aronsson K.-A. (1991). Forest reindeer herding A.D. 1–1800. An archaeological and palaeoecological study in Northern Sweden. *Archaeol. Environ.*, 10: 1–125.
- Baskin L.M. (2000). Reindeer husbandry/hunting in Russia in the past, present and future. *Polar Res.*, 19: 23–30.
- Cronin M.A., Renecker L., Pierson B.J., Patton J.C. (1995). Genetic variation in domestic reindeer and wild caribou in Alaska. *Anim. Genet.*, 26: 427–434.
- Dieterich R.A., Morton J.K. (1990). Reindeer Health Aide Manual. AFES Misc., Pub 90-4. CES 100H-00046. 1–77.
- FAO (2007). The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. B. Rischkowsky, D. Pilling (eds), Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Flagstad O., Røed K.H. (2003). Refugial origins of reindeer (*Rangifer tarandus* L.) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Evolution*, 57 (3): 658–670.
- Geist V. (2003). Of reindeer and man, modern and Neanderthal: a creation story founded on a historic perspective on how to conserve wildlife, woodland caribou in particular. *Rangifer* (Special Issue), 14: 57–63.
- Gordon B. (2003). Rangifer and man: an ancient relationship. *Rangifer* (Special Issue), 14: 15–27.
- Jernsletten K.B., Klovov K.B. (2002). Sustainable reindeer husbandry. Tromsø, Norway: University of Tromsø.
- Johnsen H.K., Mercer J.B. (1986). Regulation of nasal heat exchange in reindeer. *Rangifer*, 1: 363–364.
- Kofinas G., Osherenko G., Klein D., Forbes B. (2000). Research planning in the face of change: the human role in reindeer/caribou systems. *Polar Res.*, 19: 3–21.
- Magga O.H., Mathiesen S.D., Corell R.W., Oskal A. (eds) (2010). Reindeer herding, traditional knowledge and adaptation to climate change and loss of grazing land. A project led by Norway and Association of World Reindeer Herders (WRH) in Arctic Council, Sustainable Development Working Group (SDWG) 1–75.
- Mírov N.T. (1945). Notes on the domestication of reindeer. *Am. Anthropol.*, 47: 393–408.
- Müller-Wille L., Heinrich D., Lehtola V.-P., Aikio P., Konstantinov Y., Vladimirova V. (2006). Dynamics in Human-Reindeer Relations: Reflections on prehistoric, historic and contemporary practices in Northernmost Europe. *Reindeer Management in Northernmost Europe*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Ecological Studies, 184: 27–45.
- Nelleman G. (1961). Theories on reindeer breeding. *Folk*, 3: 91–103.
- Nieminen M. (2006). History and development of Finnish reindeer husbandry (in Finnish). *Poromies*, 5: 26–29.
- Reimers E., Colman J.E. (2006). Reindeer and caribou (*Rangifer tarandus*) response towards human activities. *Rangifer*, 26: 56–71.
- Røed K.H., Midtjell L. (1998). Microsatellites in reindeer, *Rangifer tarandus*, and their use in other cervids. *Mol. Ecol.*, 7: 1773–1776.
- Røed K.H., Flagstad Ø., Nieminen M., Holand Ø., Dwyer M.J., Røv N., Vila C. (2008). Genetic analyses reveal independent domestication origins of Eurasian Reindeer. *Proc. R. Soc., B*, 275: 1849–1855.
- Røed K.H., Flagstad Ø., Bjørnstad G., Hufhammer A.K. (2011). Elucidating the ancestry of domestic reindeer from ancient DNA approaches. *Quaternary Int.*, 238 (1–2): 83–88.
- Skarin A., Ahman B. (2014). Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer's perspective. *Polar Biol.*, 37: 1041–1054.
- Troy C.S., MacHugh D.E., Bailey J.F., Magee D.A., Loftus R.T., Cunningham P., Chamberlain A.T., Sykes B.C., Bradley D.G. (2001). Genetic evidence for Near-Eastern origins of European cattle. *Nature*, 410: 1088–1091.
- Vainshtein S. (1980). Nomads of south Siberia. The pastoral economies of Tuva. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Vors L.S., Boyce M.S. (2009). Global decline of caribou and reindeer. *Global Change Biology*, 15: 2626–2633.
- Wilson G.A., Strobeck C., Wu L., Coffin J.W. (1997). Characterization of microsatellite loci in caribou, *Rangifer tarandus*, and their use in other artiodactyls. *Mol. Ecol.*, 6: 697–699.
- Yannic G., Pellissier L., Ortego J., Lecomte N., Couturier S., Cuyler C., Dussault C., Hundertmark K.J., Irvine R.J., Jenkins D.A., Kolpashikov L., Mager K., Musiani M., Parker K.L., Røed K.H., Sipko T., Þórisson S.G., Weckworth B.V., Guisan A., Bernatchez L., Côté S.D. (2014). Genetic diversity in caribou linked to past and future climate change. *Nature Climate Change*, 4: 132–137.

GENETIC DIVERSITY OF REINDEER (*RANGIFER TARANDUS*) WITH REGARD TO HUMAN IMPACT

Summary

The mitochondrial and microsatellite DNA sequences of wild and farmed reindeers throughout Eurasia were analysed to demonstrate their origin and the history of domestication attempts. Norwegian scientists have reported the independent origins of reindeer breeding in Russia and Fennoscandia (present-day Norway, Sweden and Finland). The greatest diversity occurred between geographically separated areas of Fennoscandia, Western Russia, and Eastern Russia. This division was confirmed by mtDNA analyses and may suggest three different places where this species was attempted to domesticate. The domestication process of *Rangifer tarandus* was likely to occur in large flocks in the tundra, rather than in the smaller ones in the forest (taiga). The reindeer type that occupies open areas is more sociable than forest resident and has a more sophisticated social organization. Some scientists distinguish two sub-populations: forest reindeer (taiga) and open space (tundra) group.

Key words: *Rangifer tarandus*, genetic diversity, domestication



Fot. internet