

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



**Kůň Převalského jako významný genetický zdroj
a nebezpečí inbreedingu pro jeho chov**

Bakalářská práce

Tereza Trefilová

Studijní program: B1501

Studijní obor: Biologie – Geografie (učitelství pro SŠ)

Forma studia: Prezenční

Olomouc 2015

Vedoucí práce: Ing. Jiří Bezdíček, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně v průběhu bakalářského studia pod vedením Ing. Jiřího Bezdíčka, Ph.D. na základě uvedených pramenů a literatury.

V Olomouci dne: 15. 5. 2015

.....

Tereza Trefilová

Tímto děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Bezdíčkovi, Ph.D. za vedení práce, cenné rady, jeho čas a trpělivost a také za poskytnuté materiály, které mi během zpracování práce poskytl.

Bibliografická identifikace:

Autor (osobní číslo): **Tereza Trefilová (R11775)**

Název práce: **Kůň Převalského jako významný genetický zdroj a nebezpečí inbreedingu pro jeho chov**

Typ práce: **Bakalářská práce**

Pracoviště: **Katedra zoologie a ornitologická laboratoř**

Vedoucí práce: **Ing. Jiří Bezdíček, Ph.D.**

Rok obhajoby: **2015**

Abstrakt: Bakalářská práce “Kůň Převalského jako významný genetický zdroj a nebezpečí inbreedingu pro jeho chov” popisuje historii a charakteristiku koně Převalského. Zabývá se také jeho záchranou a následným navrácením do volné přírody, na které se výrazně podílela také Zoo Praha. Práce popisuje inbreeding neboli příbuzenské páření, jeho možnosti výpočtů a negativní důsledky, které způsobuje. Práce obsahuje také grafy hodnot inbreedingu u populací koně Převalského a jeho vývoj v čase.

Klíčová slova: **kůň Převalského, genetický zdroj, reintrodukce, inbreeding**

Počet stran: **55**

Počet příloh: **0**

Jazyk: **Čeština**

Bibliographical identification:

Autor's first name and surname: **Tereza Trefilová**

Title: **Przewalski's horse as an important genetic resource and the dangers of inbreeding for his breed**

Type of thesis: **bachelor**

Department: **Katedra zoologie a ornitologická laboratoř**

Supervisor: **Ing. Jiří Bezdíček, Ph.D.**

The year of presentation: **2015**

Abstract: Bachelor thesis "Przewalski's horse as an important genetic resource and the dangers of inbreeding for his breed" describes the history and characteristics of the Przewalski's horse. It also deals with the rescue and subsequent returning to the wild, which was significantly influenced also the Prague Zoo. The thesis describes the inbreeding or kinship mating, the possibilities of calculations and the negative consequences that entails. Work also includes graphs of the values of inbreeding among populations of the Przewalski's horse and its evolution over time.

Keywords: **Przewalski's horse, genetic resource, reintroduction, inbreeding**

Number of pages: **55**

Number of inserts: **0**

Language: **Czech**

Obsah

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 8 |
| 2 | Klasifikace koně Převalského | 10 |
| 3 | Kůň Převalského jako genetický zdroj | 11 |
| 4 | Historie koně Převalského | 12 |
| 4.1 | Nikolaj Michajlovič Převalský | 13 |
| 5 | Charakteristika koně Převalského | 15 |
| 5.1 | Stavba těla | 15 |
| 6 | Zbarvení | 17 |
| 6.1 | Kůň Převalského a jeho zbarvení..... | 18 |
| 7 | Život koně Převalského | 19 |
| 8 | Expedice za divokými koňmi | 20 |
| 9 | Křížení koně Převalského | 21 |
| 9.1 | Kříženec Rokoš..... | 21 |
| 10 | Záchrana koně Převalského..... | 22 |
| 10.1 | Symposium na záchranu koně Převalského..... | 24 |
| 10.2 | Populace koně Převalského v zajetí na konci na konci 20. a počátkem 21. století..... | 25 |
| 11 | Návrat koně Převalského do volné přírody | 26 |
| 11.1 | Hustain Nuru..... | 27 |
| 11.2 | Tachin Tal | 28 |
| 11.3 | Urumqi a Xin Jiang | 29 |
| 11.4 | Pentezug | 29 |
| 11.4.1 | Výsledek projektu sociálního chování koně Převalského v Pentezugu | 30 |
| 11.5 | Problémy reintrodukce | 30 |
| 11.6 | International Takhi Group..... | 30 |
| 12 | Pražská zoologická zahrada a kůň Převalského | 31 |
| 12.1 | Podíl Zoo Praha na reintrodukcii koně Převalského | 35 |
| 13 | Plemenná kniha koně Převalského | 35 |
| 14 | Inbreeding..... | 37 |
| 14.1 | Druhy páření | 38 |
| 14.2 | Výpočty inbreedingu..... | 39 |
| 14.2.1 | Příklady výpočtů koeficientu inbreedingu F_x | 41 |
| 14.3 | Negativní důsledky inbreedingu u různých druhů zvířat | 42 |

| | | |
|--------|--|----|
| 14.4 | Inbreeding a kůň Převalského..... | 45 |
| 14.4.1 | Hodnoty inbreedingu koně Převalského ve světových chovech..... | 47 |
| 14.5 | Výzkum koně Převalského ve Francii | 48 |
| 15 | Závěr..... | 50 |
| 16 | Summary..... | 51 |
| 17 | Zdroje | 52 |

1 Úvod

Kůň Převalského je posledním žijícím plemenem divokého koně. Nejstarší záznamy o jeho existenci pochází až z doby kamenné. Kůň Převalského objevil Nikolaj Michajlovič Převalský a následně byl popsán Ivanem Semjonovičem Poljakovem v roce 1881. Ve volné přírodě byl na přelomu 19. a 20. století téměř vyhuben. Díky reintrodukčním programům a mezinárodní spolupráci byl navrácen do volné přírody. Kůň Převalského se stal důležitým genetickým zdrojem a také příkladem toho, jak je možné zachránit živočišný druh před vymřením.

Bakalářská práce se zabývá historií, charakteristikou a navrácením koně Převalského do volné přírody. V práci je zpracované také téma inbreedingu, které se stává jedním z důležitých faktorů v rámci reprodukce. Práce je rozdělena do třinácti kapitol. V prvních je popsána stručná klasifikace koně Převalského. Dále jsou zde zmíněny genetické zdroje, které hrají důležitou roli při záchraně ohrožených druhů. Třetí kapitola popisuje historii koně Převalského a také život objevitele N. M. Převalského. Následně se práce zabývá charakteristikou a zbarvením koně Převalského. V šesté kapitole je popsán život koně Převalského a hierarchie ve stádu. Sedmá kapitola se zabývá expedicemi za divokými koňmi a jejich exporty do Evropy. V osmé kapitole jsou popsány pokusy o křížení koně Převalského s jinými druhy koní, které ovšem nebyly vždy úspěšné. V deváté a v desáté kapitole je popsána záchrana divokého koně a jeho navrácení do volné přírody, se kterým se pojí také problémy při pokusech reintrodukce. Pražská zoologická zahrada a její přičinění v záchraně a návratu koně Převalského do volné přírody je zachycena v jedenácté kapitole, na kterou navazuje kapitola o Plemenné knize divokého koně, která vznikla jako důsledek rychle se snižujícího počtu koně Převalského ve volné přírodě. Jsou v ní záznamy o všech známých divokých koních, které se nacházely nebo nachází na celém světě. Poslední kapitola, tedy třináctá, pojednává o inbreedingu a jeho možnostech výpočtu, které jsou doplněny vlastní ukázkou. Pojednává také o negativních důsledcích, které příbuzenské páření způsobuje. Vše je doplněno obrázky grafů, na kterých jsou vyobrazeny hodnoty inbreedingu právě pro koně Převalského.

Literatura k tomuto tématu je poměrně dobře zpracována. Pro celkovou

charakteristiku koně Převalského jsem vycházela hlavně z českých autorů a to konkrétně z knih od RNDr. Evžena Kůse, Dr. Jiří Volfa a publikací od Jakubce a kol. RNDr. E. Kůs a Dr. J. Volf se problematikou koně Převalského zabývají velmi podrobně. Oba se také podíleli na vedení Plemenné knihy koně Převalského a také na záchraně a navrácení divokého koně do volné přírody. Při zpracování tématu inbreedingu jsem vycházela hlavně ze zahraničních autorů, kteří se tímto tématem zabývali. Jako příklad mohu uvést autory Wolc a kol., nebo Wright, z českých autorů to byl Jakubec a kol. Významným zdrojem informací pro tuto práci byly také publikace ve vědecké (impactové) literatuře. Kůň Převalského patří k významným genetickým zdrojům, který byl vědecky studován především z pohledu inbreedingu a dalších populačně genetických efektů. V řadě publikací byl také využíván jako modelový příklad při záchraně ohrožených druhů zvířat.

2 Klasifikace koně Převalského

Klasifikace koně Převalského není ve všech literárních zdrojích. Autoři se rozcházejí v zařazení do druhu nebo poddruhu. Část autorů zařazuje koně Převalského do poddruhu koně divokého, tedy *Equus ferus przewalskii* nebo *Equus caballus przewalskii* (Jakubec a kol., 2012).

Kmen: *Vertebrate* (obratlovci)

Třída: *Mammalia* (savci)

Řád: *Perisodactyla* (lichokopytníci)

Čeleď: *Equidae* (koňovití)

Rod: *Equus* (kůň)

Druh: *przewalskii* (kůň Převalského)

Tab. 1: Základní údaje koně Převalského (Kůs, 2008)

| Kůň Převalského <i>Equus przewalskii</i> | |
|--|--|
| rozšíření | původně Střední Asie |
| biotop | otevřená krajina (náhorní plošiny, polopouště a stepi) |
| potrava | byliny, tráva a výhonky |
| velikost | hmotnost: 200-380 kg výška v kohoutku: 120-140 cm délka těla: 220-280 cm délka ocasu: 90-110 cm |
| rozmnožování | březost: 328-343 dnů počet mláďat za rok: 1 |

3 Kůň Převalského jako genetický zdroj

V celém světě probíhá snaha o zachování co možná nejvíce genetických zdrojů u domestikovaných a volně žijících zvířat. Scherf (1995) uvádí, že je podle odhadů třetina všech plemen ptáků a savců ohrožena, a to za předpokladu, že je na světě 1000 plemenných samic a 20 plemenných samců od každého plemene.

Vyhynutí druhů bylo v minulosti zapříčiněno přírodním procesem. Dnes však současné druhy vymírají také díky přímým nebo nepřímým zásahům člověka. Zemská diverzita je tak ohrožena hlavně destrukcí místního prostředí. Tato destrukce je způsobena např. znečištěním prostředí, na které mají vliv průmysl, doprava a také spalování surovin (Jakubec a kol., 2012). Princée (1998) charakterizuje tyto aktivity jako mezidruhovou soutěž, která je typická vymýcením mnoha druhů ve prospěch druhu jednoho, a to druhu *Homo sapiens* (Princée, 1998). Podle Magin a kol. (1994) od roku 1600 do současnosti vyhynulo 18 000 savců a ptáků a v posledních 40 letech 491 druhů živočichů (Magin a kol., 1994). V lidských silách však není možná záchrana všech ohrožených druhů, ale díky konzervačním programům můžeme alespoň snížit ztrátu části druhů. K záchraně slouží biologické disciplíny, které můžeme souhrnně zařadit do konzervační biologie. Mezi tyto disciplíny patří např. evoluční biologie, etologie, populační genetika či ekologie. Populační genetika nahradila do té doby používané šlechtitelství, které se v posledních třiceti letech projevilo jako nedostatečné. Tyto aspekty konzervační biologie byly shrnuty v Červené listině v roce 1994 (Red list categories – IUCN), a to Světovým svazem ochrany přírody – IUCN. Podle IUCN, k roku 2011, je každý čtvrtý druh savce zapsán v některé kategorii ohrožených zvířat (Jakubec a kol., 2012). Kůň Převalského je v IUCN zařazen do kategorie EW (Extinct in the Wild) – zaniklý v divočině (Moehlman, 2002).

Kůs (2006) považuje záchranu ohrožených druhů jako hlavní poslání zoologických zahrad. Dříve byla záchrana chovů soustředěna právě do zoologických zahrad, které jsou z biologického pohledu jedinečný evoluční experiment. Dále popisuje záchranu koně Převalského v celosvětovém měřítku. Hlavní podíl na záchraně koně Převalského má Česká republika. Kůň Převalského byl začátkem 20. století téměř vyhuben. Celá dnes žijící populace vznikla z tehdejších dvanácti jedinců. Dnes čítá populace koně Převalského

1860 jedinců (Kůs, 2006).

Každý stát má zodpovědnost za zachování a management vlastních náhradních genetických zdrojů. Řada druhů a plemen se nachází i napříč mnoha zeměmi, je proto důležitá mezinárodní spolupráce, která zajistí výměnu genetického materiálu mezi subpopulacemi mezinárodních plemen a druhů. Jako příklad mezinárodního druhu si můžeme uvést koně Převalského či zebra evropského. Existuje také směrnice EU 1467/94 a 2078/92 podle které mají státy, chovatelské organizace i jednotliví chovatelé povinnost zajistit účinné rozpracování plánů pro uchování genetických zdrojů napříč zeměmi. Organizace FAO vytvořila databázi genetických zdrojů celého světa (Jakubec a kol., 2012).

4 Historie koně Převalského

Historií koně Převalského se zabývá řada autorů a to především od poloviny minulého století (Volf 1972; Kůs 2012; Volf 2009). Úzký vztah lidí a koní vidíme již v době kamenné. Malby, rytiny a plastiky popisují typ koně, který se velmi podobal dnešním divokým asijským koním. Nacházejí se na území dnešní Francie a Španělska. Spolu s nálezy koster v těchto lokalitách se vědci domnívají, že asijský divoký kůň (*Equus przewalskii*), nazývaný Kirgizy kertag žil i na území západní Evropy (Volf, 1972). Pojmenování tohoto koně se lišilo v závislosti na oblasti výskytu, například Mongoly byl nazýván tache - „posvátný“ a Číňany zase jie-ma (Kůs, 2008). Ovšem pro potvrzení teorie výskytu asijského divokého koně v západní Evropě chybějí vědcům písemné údaje. To by znamenalo, že tento druh koně vymizel z tohoto území v předhistorické době. Na konci středověku se nacházel na území východní Evropy a Asie. Písemné památky, kosterní nálezy i plastiky z počátku novověku ukazují, že se kertag vyskytoval v severovýchodní oblasti Zabajkalska a v Kazachstánu (Volf, 1972). Divoké koně pozoroval již v roce 1762 geograf P. Ričkoj v jižním Rusku. Také německý zoolog Peter Pallas psal o výskytu divokých koní, a to v roce 1786. S divokými koňmi se setkal při svých expedicích v Povolží, na Altaji a v Zabajkalí (Kůs, 2008). V druhé polovině 19. století byl výskyt asijského divokého koně zaznamenán pouze ve stepích Mongolska a Číny. Ve střední Asii v oblasti Džungarských stepí byl kertag objeven největším cestovatelem, přírodovědcem a zeměpiscem, ruským generálem Nikolajem Michajlovičem Převalským, jako jediný doposud žijící druh

divokého koně. Lebku a kůži asijského divokého koně poslal Převalský zoologickému muzeu Akademických věd v Petrohradu, kde byl exponát označen jako tarpan. Tarpan byl již dávno popsán a jeho existence sahá až do doby kamenné. Kůň Převalského popsán ještě nebyl, proto se myslelo, že se jedná o tarpana. Až zoolog I. S. Poljakov si všiml, že se znaky na lebce a na srsti liší nejen od tarpana, ale i od asijských divokých oslů a domácích koní. V roce 1881 popsal Poljakov tento exemplář a prohlásil jej za nový druh. Pojmenoval jej po objeviteli N. M. Převalském, tedy *Equus przewalskii* (Volf, 1972).

4.1 Nikolaj Michajlovič Převalský

Nikolaj Michajlovič Převalský se narodil 11. dubna 1839 (podle pravoslavného kalendáře to bylo 31. března). Vystudoval smolenské gymnázium a následně Akademii generálního štábu. Největší zálibu měl v přírodních vědách a zeměpisu. V roce 1864 byl jmenován profesorem dějepisu a zeměpisu na poddůstojnické škole ve Varšavě. Díky svým znalostem a také výborné služební pověsti byl na konci roku 1866 převelen ke generálnímu štábu (Volf, 2008).

N. M. Převalský podnikl za svůj život pět průzkumných cest, první byla do Ussuri. Ussurijský kraj a Přímoří byly téměř neprozkoumány. Bádáním těchto oblastí strávil 2 roky. Svou cestu začal v červnu 1867 na řece Ussuri. Poté pokračoval k jezeru Changa a k Japonskému moři. Nejdelší čas své cesty strávil u jezera Changa, kde zkoumal jarní tahy ptáků. Za tuto dobu shromáždil velkou ornitologickou sbírku a napsal knihu s názvem *Cesta ussurijským krajem* (Volf, 2008).

Druhá cesta, která trvala rok a půl, byla do severní Číny a do Mongolska. Jednalo se tak o první středoasijskou výpravu. Bádání začal v Urgu, dnes Ulanbátar, následně pokračoval do Pekingu, k jezeru Dalaj-nor a také do pouště Ala-šan. V lednu 1873 došel se svým pomocníkem Pylcovem k Mur-usu, neboli k Modré řece. Při této expedici zmapovali cestu dlouhou 6 000 km při měřítku 1:420 000. Z té dovezli sbírky obsahující zhruba 500 druhů rostlin v 5 000 vzorcích, dále 127 preparovaných savců, 1 000 ptáků v 289 druzích, 80 ryb a plazů a také 3 500 exemplářů hmyzu. Po této expedici napsal knihu *Mongolsko a země Tangutů* a také knihu zabývající se klimatem a živočichy Mongolska a Číny (Volf, 2008).

V roce 1874 dostal v Petrohradu Konstantinovu medaili, kterou mu udělila

Zeměpisná společnost. Další medaili, a to zlatou, získal od Pařížské zeměpisné společnosti. Převalský získal i další ocenění, například od berlínské zeměpisné společnosti Palmu akademie. Berlínská zeměpisná společnost ho jmenovala dopisujícím členem (Volf, 2008).

Třetí cestu začal v lednu roku 1876 v městečku Kuldža, ze kterého se vydal k jezeru Lob-nor. Zde chtěl pozorovat divokého velblouda dvouhrbého, který byl znám jen z vyprávění Marca Pola. Převalskému se podařilo tento druh divokých velbloudů najít a sledovat je. Za tuto expedici, která skončila v říjnu roku 1877 kvůli zhoršujícím se vztahům s Čínou, zmapoval trasy dlouhé 1 300 km. Během cesty nasbíral řadu botanických a zoologických exponátů a uskutečnil astronomická a meteorologická pozorování (Volf, 2008).

Od A. K. Tichonova, který byl velitelem pohraniční vojenské stanice, dostal Převalský kůži a lebku divokého koně. Tento dar byl pro Převalského vzácný, protože jemu samotnému se nikdy divokého koně nepodařilo ulovit. Roku 1833 napsal Převalský o divokém koni toto: *„Neměl jsem příležitost setkat se než se dvěma stády těchto zvířat. Nemohli jsme se ani na vteřinu přiblížit na dostřel – navětřila mé společníky na více než kilometr a dala se na útěk. Hřebec běžel první s vlajícím ocasem, sedm klisen jej následovalo.“* Roku 1878 daroval své sbírky, včetně kůže a lebky divokého koně, zoologickému muzeu Akademie věd v Petrohradu. V roce 1881 popsal konzervátor muzea Ivan Semjonovič Poljakov kůži a lebku divokého koně. Napsal: *„Jedná se o nejvyšší zajímavé zvíře, doposud vědě neznámé. Nový druh z rodu Equus...“*. Tak jej na počest Převalského nazval kůň Převalského (*Equus przewalskii*) (Volf, 2008).

Na svou čtvrtou cestu, za prameny Žluté řeky, se vydal v lednu roku 1879. Expedice do cíle nedorazila kvůli nesouhlasu Tibetské vlády. Na začátku roku 1881 se expedice vrátila do Petrohradu, kde byl Převalský jmenován čestným občanem Petrohradu a Smolenska. Zeměpisné společnosti Ruska a Rakouska-Uherska jej jmenovaly čestným členem a Moskevská univerzita mu udělila titul doktora přírodních věd honoris causa. Z této čtvrté cesty napsal knihu s názvem Třetí cesta do Střední Asie (Volf, 2008).

Svou pátou a také poslední cestu zahájil v roce 1883. Při této expedici dosáhl svého cíle – Tibetu. Prozkoumal zde Tibetskou náhorní plošinu, která byla do té doby neprozkoumaná, dále poušť Takla Makan až k jezeru Issuk-kul. Po návratu do Petrohradu

byl za své zásluhy povýšen na generálmajora. Na jeho počest byla také zhotovena zlatá medaile s jeho portrétem a nápisem: „N. M. Převalskému Akademie věd“ a textem: „Prvnímu badateli přírody Střední Asie 1886“ (Volf, 2008).

Nikolaj Michajlovič Převalský zemřel ve věku nedožitých 49 let na tyfus, kterým se nakazil ze závadné vody při lovu v Kirgizii. Během svého života urazil 30 000 km. Za svůj život obohatil herbářové položky o neznámé rostliny, například o vstavač Roborovského či *Thermopsis przewalskii*. Objevil také spoustu živočišných druhů, které byly po něm i pojmenovány, například sýkořici Převalského, gekona Převalského, gazelu Převalského či rybu osmana Převalského. Sám popsal například jelena bělohubého (Volf, 2008).

N. M. Převalský expedice miloval a naplňovaly jej, proto není divu, že v jedné ze svých knih napsal: „... Ano, v těch pouštích je skutečně výjimečné štěstí – svoboda, sice divoká, avšak zato nikým neomezovaná, skoro absolutní ...“ (Volf, 2008).

5 Charakteristika koně Převalského

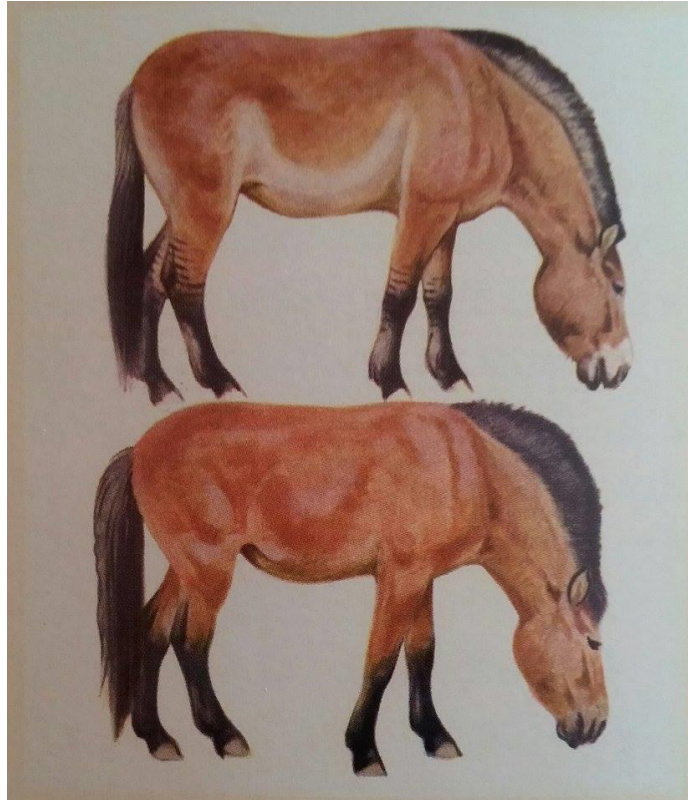
Kůň Převalského a jeho charakteristika, zejména tělesná stavba, se v některých znacích rozchází. Jak uvádí Jakubec a kol. (2012) důvodem je, že ve dvou případech došlo k prokazatelnému přimísení genů koní domácích do původní populace koně Převalského. V původních lokalitách kůň Převalského vyhynul na přelomu let 60. a 70. minulého století. Vyhynutí bylo způsobeno vytlačováním od zdrojů vody, devastací semiaridních biomů, na kterých se podílely domácí zvířata a také pronásledováním koní lovci a vojenskými skupinami (Jakubec a kol., 2012).

5.1 Stavba těla

Kůs (2008) uvádí, že kůň Převalského patří vzrůstem mezi menší koně, a podle jeho tělesných rozměrů bychom jej dnes zařadili do kategorie poníků (Kůs, 2008). Hlava je obdélníková, spolu s krkem svírá tupý úhel. Kůň Převalského má velké oči, které ale nejsou vystouplé. Díky poloze očí vidí kolem sebe v širokém zorném poli. Při pasení, nebo v době kdy má hlavu skloněnou, tuto schopnost ztrácí (Jakubec a kol., 2012). Pro koně Převalského je také typické bílé zbarvení okolo nozder, které je ostře ohraničeno od

hnědé barvy na zbytku hlavy. Díky tomuto bílému zbarvení se nos koně Převalského nazývá „moučný nos“, někdy se mohou vyskytnout také jedinci bez tohoto znaku (Kůs, 2008). Hříva je charakteristicky vzpřímená a pevná, nepřesahující do čela. Je dána geneticky, ale velký vliv zde má i fyzický a psychický stav zvířete. Například u nemocných koní nedochází k úplné výměně zimní a letní hřívy a tím dochází k jejímu přerůstání a následnému poléhání. Hříva je během léta velmi krátká, v zimě naopak delší. Dříve byla polehlá hříva považována za atypický znak tohoto druhu a svědčila o smíchání genů koně Převalského s geny koní domácích (Jakubec a kol., 2012).

Trup koně Převalského je krátký a podsaditý, záď je úzká a směrem k základně ocasu se zužuje. Srst a žíně línají ve stejnou dobu, a to na jaře a na podzim. Tímto způsobem výměny srsti a žíní se liší od domácích koní, kteří línají postupně. Srst koně Převalského je v zimě dlouhá a hustá, díky tomu jsou chráněni před mrazy. Končetiny jsou krátké s robustními a silnými kostmi. Pro koně Převalského je charakteristická také tmavá tenká linie úhořího pruhu, která se nachází na kořenu ocasu (Jakubec a kol., 2012). Typickým znakem divokého koně je také osrstění ocasu, které je velmi rozdílné oproti domácím koním. Kořen ocasu koně Převalského je pokrytý světlými žíněmi, které jsou krátké. Pokračuje zde i úhoří pruh. Až pak následují dlouhé a tmavé žíně, které vyrůstají v jednom svazku. Žíně domácích koní naopak vyrůstají ve spirále a v jednom souvislém prameni hned od kořene ocasu (Kůs, 2008). Ocasní žíně línají na jaře a na podzim, proto jsou ve spodních dvou třetinách ocasu krátké. V první třetině jsou žíně s chlupy, ty jsou v létě krátké a v zimě dlouhé (Jakubec a kol., 2012).



Obr. 1: Schéma rozdílnosti v exteriéru mezi čistokrevným koněm Převalského (nahore) a křížencem koně Převalského s domácím koněm (dole) podle Hecka (Kůs, 2008)

6 Zbarvení

Zbarvení je dáno geneticky. Jedná se dědičné kvalitativní znaky, které jsou ovládány major geny, tj. geny s velkým účinkem. Důležitou vlastností zbarvení je přizpůsobení se místním podmínkám prostředí, a to jak u divoce žijících tak i domestikovaných zvířat. Jako příklad uvedu bílé zbarvení. Bílá barva srsti vyzařuje méně biologického tepla než tmavě zbarvená srst a proto se nachází hlavně u zvířat žijících v chladnějších oblastech. U původně žijících koní měla srst nevýrazné zbarvení. S procesem domestikace byli zaznamenáni koně s výraznějším zbarvením, které zapříčinila spontánní mutace. Zbarvení se stalo jedním z hlavních znaků selekce (Jakubec a kol., 2012).

O zbarvení koní rozhodují hlavně geny umístěné na pěti lokusech. Mezi major geny pro barvu řadíme lokus A (agoti), lokus C (color), lokus D a lokus E (extension). Rozlišujeme také modifikující geny s velkým účinkem, například lokus G a modifikující geny s malým účinkem (Jakubec a kol., 2012).

6.1 Kůň Převalského a jeho zbarvení

U koně Převalského jsou základními geny pro dědičnost barev geny CC, GG, E, A a D. To odpovídá barvě plavá až hnědě plavá, neboli dun: A-, E-, CC, D-. Plavou barvu můžeme označovat také jako jelení hněd'. Toto zbarvení je typické pro zesvětlené hnědáky. Zbarvení dun je dáno dominantní alelou na lokusu D. Je pro něj typický tzv. úhoří pruh vyskytující se na hřbetě. Barvu srsti koně Převalského můžeme charakterizovat jako plavou s úhořím pruhem. Kůň Převalského je předek mongolských domestikovaných koní a jeho barva je tedy původní barvou koní. Díky tomu se dnes můžeme setkat s atavismy u plaváků. Atavismy jsou fylogenetické znaky divokých equidů, např. úhoří pruh. Genetický vzorec zbarvení koně Převalského je tedy: CC gg A- E- D-. U alel A-, E- a D- může být místo čárky (-) přítomna buď alela dominantní AA, EE a DD nebo alela recesivní Aa, Ee a Dd. V případě, že se na lokusu D vyskytne kombinace alel DD, jedná se o světlého plaváka, při kombinaci alel Dd se jedná o tmavého plaváka. U koně Převalského se mohou vyskytovat i alely ee, což je kombinace alel vyskytujících se u ryzáků. Tito jedinci jsou označováni jako fox (Jakubec a kol., 2012). Seala a kol. (1990) považují toto zbarvení za důvod pro vyřazení takovýchto jedinců z plemenitby. Vyřazení by měli být i jejich heterozygotní rodiče s alely Ee.

Heck (1967), popisuje zbarvení koně Převalského následovně: hnědý plavák s černou nebo tmavě hnědou barvou hřívý a žíněmi. Na hřbetu černý úhoří pruh. V okolí pěstního a hleznového kloubu kroužkované okolí. Výskyt tzv. oslího kříže, tj. tmavý, nezřetelně ohraničený a širším pruhem sbíhající po plecích. Břicho a mulec jsou bílé. Spodní část končetin je černá až tmavohnědá. Rozdíl mezi koněm Převalského a domestikovanými koňmi je v bílých odznamech na hlavě a na končetinách. Tyto odznaky se vyskytují pouze u domestikovaných koní. Zbarvení koně Převalského je přizpůsobeno stepím a polopouštím (Heck, 1967).

7 Život koně Převalského

Volf (1972) uvádí, že divocí koně jsou velmi plaší a opatrní, proto bylo těžké sledovat jejich život a denní rutinu v přirozených podmínkách. Až bratři Grum-Gržimajlové přinesli první popis jejich života. Během dne se nacházejí v poušti bez přístupu k vodě. Až po západu slunce přicházejí do údolí k vodě a na pastviny, kde setrvávají až do svítání, poté se vrací zpátky do neúrodné pouště. Živí se tvrdými trávami. Potomci se rodí koncem května nebo začátkem června (Volf, 1972). Základním uskupením jsou tzv. harémy, které čítají kolem 5 až 25 jedinců (Kůs, 2008).

Sledování koní Převalského ve volné přírodě bylo obtížné, proto se o způsobu jejich života dovídáme také z chovů v zajetí. V zoologické zahradě v Praze bylo vyzorováno, že u tohoto druhu jsou velmi silně vyvinuty společenské vztahy v jednotlivých stádech. Je zde také velká odlišnost v postavení u různých jedinců ve stádu. Nejvyšší postavení má vedoucí hřebec, dále klisny s jednoróčními mláďaty a nakonec dospívající mláďata a klisny bez mláďat. Hřebec se nachází před stádem a kvůli přehledu je otočen směrem k němu. Při přechodu stádo může vést i starší klisna, ale to pouze v případě, že nehrozí nebezpečí. Hřebec ve své blízkosti strpí pouze hříbata, která pro něj nepředstavují konkurenci. Hřebec má na starost také shánění stáda (Volf, 1972).

Jedinci ze stáda se sdružují do skupinek a útvarů za účelem pomoci nebo ochrany. Při péči o srst stojí dva jedinci naproti sobě hlavami, jedná se o tzv. souběžný postoj. Mohou to být i dva hřebci, nebo dvě klisny, nebo hřebec s klisnou. Nemá to však nic společného se vzájemnou nákloností. Stádo se brání společně i proti hmyzu. Při pochodu jdou za sebou a každý jedinec ovívá ocasem hlavu koně, který jde za ním. Pouze vedoucí kůň není chráněn před hmyzem. Dále je typické postavení koní do prstence. Tento útvar chrání koně jak před šelmami, ale také proti hmyzu. V zimě tento postoj využívají také k ochraně mláďat před prochlazením, protože uvnitř prstence je vyšší teplota než vně prstence (Volf, 1972).

Jeden harém obývá vždy určité teritorium, které může být velké jak 300 hektarů, tak i 4000 hektarů. Velikost je závislá na výskytu potravy. Kvůli pohybu stáda nejsou tato teritoria stálá. Hranice jsou značeny vedoucím hřebcem, který je pravidelně značkuje a kontroluje. Teritorium a jeho hranice se může překrývat s hranicemi teritoria jiného

harému. Většinou nedochází k výraznějším sporům mezi dvěma hřebci, protože pro vedoucího hřebce není primární ochrana hranic, ale ochrana vlastních klisen (Kús, 2008). Na obr. 2 můžeme vidět hřebce 2936 Villareta, který se narodil roku 1996 ve Francii. Od roku 2004 žije v Mongolsku, kde se o 7 let později, tedy v roce 2011, stal vůdcem harému. V harému se nacházejí 3 klisny, které byly dovezeny do Mongolska z Prahy (Jakubec a kol., 2012).



Obr. 2: Vůdce harému hřebec Villaret (Jakubec a kol., 2012)

8 Expedice za divokými koňmi

První speciální expedice za divokými koňmi se uskutečnila v letech 1889 až 1890 a byla vedena bratry Grum-Gržimajlovými. Těmto bratrům se jako prvním Evropanům podařilo ulovit divokého koně. Kostry a kůže byly dány ruským muzeím. Díky těmto exponátům bylo umožněno lepší srovnání s ostatními druhy divokých lichokopytníků (Volf, 1972).

V pozdějších letech byly pořádány další expedice, například výprava pod vedením V. I. Borovského nebo N. I. Assanova. Díky Assanovi se v roce 1900 dostali první živí divocí koně i do Evropy, přesněji do jihoruské aklimatizační stanice Askania Nova. Po příchodu

divokých koní do Ruska začali vědci a odborníci projevovat o tyto koně velký zájem. Do té doby je totiž považovali za vyhynulé. C. Hagenbeck, majitel hamburské firmy, která lovila exotická zvířata a následně je dopravovala do zoologických zahrad, podnikl v roce 1901 výpravu do centrální Asie a dovezl do Hamburku 28 hříbat divokých koní. Tito divocí koně se tak stali prvními živými divokými koňmi ve střední a západní Evropě. V roce 1902 koupil Hagenbeck ještě 11 hříbat divokého koně (Volf, 1972).

Tímto skončila éra velkých transportů těchto koní do Evropy. Na přelomu 19. a 20. století se tak do Evropy dostalo celkem 54 jedinců koně Převalského (Volf, 1972).

9 Křížení koně Převalského

Z důvodu malého počtu jedinců koně Převalského, které se podařilo dostat do zajetí (Mohr a Volf, 1984), uplatňovalo se jejich časté křížení s jinými druhy koní (Volf, 1992). Jako příklad si můžeme uvést křížení hřebce koně Převalského s klisnou mongolského domácího koně. Potomci tohoto křížení se nazývali muli a byli neplodní. O tom píše Lotsy (Lotsy, 1922). Neplodná mláďata se narodila i při křížení hřebce koně Převalského s klisnou zebry Chapmana, o kterých informuje Gunali (Gunali, 1933). Nejčastěji však docházelo ke křížení koně Převalského s domácím koněm (Volf, 1992). První kříženci koně Převalského a domácího koně se narodili v roce 1902 v Askanii Nova (Evert, 1907). Gundali tyto potomky charakterizoval takto: „*Tito kříženci prokázali vysoké pracovní kvality a výjimečnou vytrvalost.*“ (Volf, 1992).

9.1 Kříženec Rokoš

Mezi známé křížence patřil hřebec Rokoš, který se narodil v roce 1951 ve Slavicích u Slatiňan. Otec byl kůň Převalského a matka byla myšovitě zbarvená klisna bilgorajského koně. O tři roky později byl Rokoš odeslán do Výzkumné stanice pro chov koní Zlobiny u Bánovců nad Bebravou. Zde prošel výcvikem pro horské koně, ve kterém si vedl dobře. Charakterové vlastnosti měl však horší, protože nesnesl přítomnost ostatních hřebců a valachů. Byl také těžce zvladatelný. V exteriérových vlastnostech byl hodnocen třídou I. Převahu znaků zdědil po otci, tedy hlavně znaky koně Převalského. V letech 1957 až 1962

žil v hřebčíně v Muráni na dvoře Planina, kde působil jako plemeník pod číslem 629. V těchto letech byl připuštěn k 26 klisnám, 21 z nich porodilo mláďata. Narodilo se celkem 11 klisen a 10 hřebců. Charakter klisen byl klidný, ale samčí potomci byli nervózní, a ani po kastraci se nepotlačil zlý charakter. Všichni potomci byli dobře vzrostlí. Jediný uchovněný potomek Rokoše byla klisna Huba. V roce 1963 byl pepiner Rokoš vyřazen z chovu kvůli špatným charakterovým vlastnostem. Ani kastrace nepomohla, spíše ještě zhoršila jeho povahu. V roce 1964 byl vrácen zpět do Slavic, kde byl však ještě téhož roku utracen na jatkách v Chrudimi (Volf, 1992).

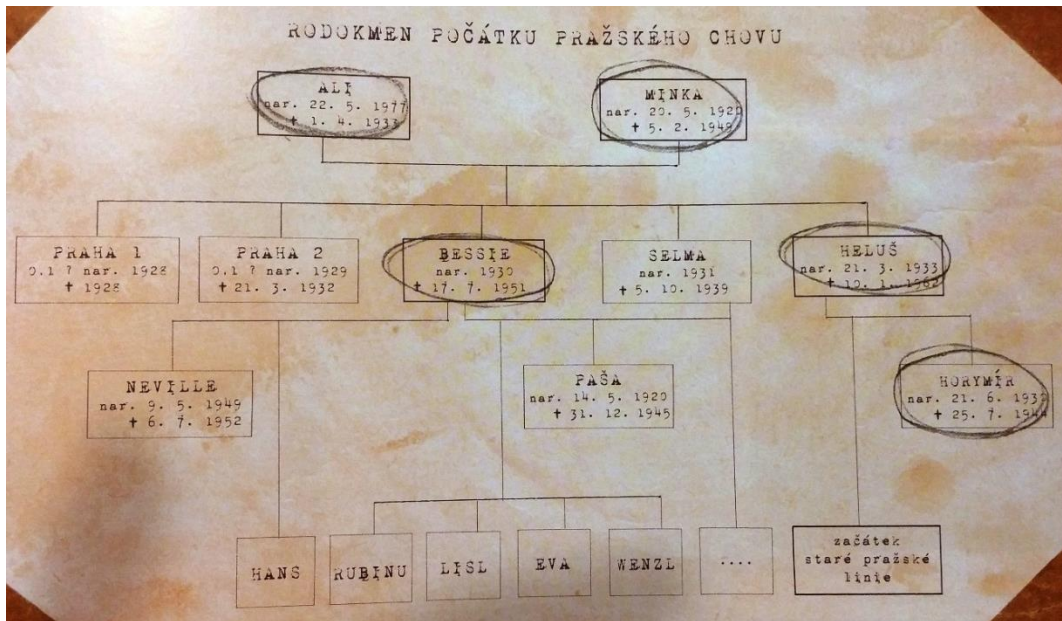
Kvůli charakterovým vlastnostem křížence Rokoše se zpochybňuje křížení divokých koní s domácími koňmi. Geny koně Převalského mohou zlepšovat některé vlastnosti nebo znaky domácích koní, ale musíme vzít v potaz povahu kříženců. Hřebci kříženců jsou i v druhé filiální generaci jen obtížně zvladatelní (Volf, 1992).

10 Záchrana koně Převalského

Kvůli pronásledování koně Převalského byl tento druh ve volné přírodě téměř vyhuben. Proto mohou být na jeho záchranu použiti jen jedinci žijící v zajetí (Volf, 1972). První pokusy o chov koně Převalského v zajetí začaly již v roce 1898 v Askanii Nova (Bouman, 1986). Ovšem při chovu v zajetí musíme brát v úvahu i tělesné změny, ke kterým díky těmto nepřírodným podmínkám bude docházet. Budeme se také potýkat s problémem příbuzenské plemenitby. Jak jsem již v kapitole o transpotech a lovu koní Převalského zmínila, bylo do Evropy přivezeno celkem 54 jedinců koně Převalského. Ne všichni z těchto 54 jedinců přežili, anebo byli vhodní pro chov. Jak uvádí Volf (1972) všechna odchovaná mláďata v zajetí jsou tedy potomci pouze deseti jedinců (Volf, 1972).

Páru divokých koní, přivezenému v roce 1901 do Vysoké školy technické v Halle, se narodilo celkem 13 hříbat (Volf, 1972). Z nich byl v roce 1921 jeden hřebec, jménem Ali, odkoupen prof. dr. F. Bílkem a v roce 1923 byly odkoupeny ještě 2 klisny. Jedna z nich zanedlouho uhynula a zbývající klisna dostala jméno Minka (Kůs, 2008). Tento pár koní Převalského, Minka a Ali, žil na školním statku v Netlukách u Uhříněvsi, kde se jim narodila celkem 4 mláďata klisniček. Všechna byla prodána do ciziny. V roce 1932 byli Ali a Minka přestěhováni do nově otevřené zoologické zahrady v Praze. Zde se jim v roce

1933 narodila jedna klisna Heluš. V tomtéž roce Ali uhynul, brzy byl ale nahrazen mladým hřebcem Horymírem z Washingtonu. Minka a Horymír se stali základem chovu koní Převalského v zoologické zahradě v Praze. Dnes je tento chov světoznámý. Chov koní Převalského v Praze je velmi úspěšný (Volf, 1972). Do roku 2008 se zde narodilo celkem 215 hříbat těchto divokých koní (Kůs, 2008).



Obr. 3: Rodokmen pražského chovu koní Převalského (Kůs, 2008)

V období mezi 1. a 2. světovou válkou byl stav koní Převalského v lidské péči v rozmezí 40-50 jedinců (Kůs, 2008). Během 2. světové války však zanikly chovy koní Převalského v USA i v Askanii Nova. V německých zoologických zahradách klesly stavy na minimum kvůli bombardování německých měst, ve kterých se nacházely zoologické zahrady s koňmi Převalskými. V roce 1945 byly jen dva chovy, a to chov linie B v Praze a linie A v Mnichově. Tyto dva chovy patří dnes k nejlepším metapopulacím (subpopulacím) na světě (Jakubec a kol., 2012). Podle Kůse (2008) přežilo po roce 1945 na světě jen 31 koní Převalského (Kůs, 2008).

10.1 Sympozium na záchranu koně Převalského

V září 1959 se konalo I. symposium na záchranu koně Převalského. Zorganizovala jej pražská zoologická zahrada pod záštitou Československé akademie věd (Volf, 2009), jako reakci na zprávy o nízkých stavech divokých koní ve volné přírodě i v zajetí. Na symposium se sjeli znalci koně Převalského z celého světa. Shodli se, že je důležité věnovat se chovu divokých koní v zajetí a zachránit tak tento druh. Na tomto symposiu byla pražská zoologická zahrada pověřena, aby vedla mezinárodní plemennou knihu koně Převalského (Volf, 1972). I. symposiem začala také rozsáhlá a velice úspěšná mezinárodní spolupráce na záchranu koně Převalského (Volf, 2009).

Tab. 2: Počet koní Převalského v zoologických zahradách k 1. 1. 1959 (Volf, 2009)

| Město | Počet koní | Z toho | | Město | Koní celkem | Z toho | |
|----------------|------------|--------|--------|------------|-------------|--------|--------|
| | | hřebců | klisen | | | hřebců | klisen |
| Praha | 13 | 4 | 9 | Chicago | 2 | 1 | 1 |
| Catskill (USA) | 10 | 2 | 8 | Kodaň | 2 | 1 | 1 |
| Mnichov | 6 | 4 | 2 | Washington | 2 | 1 | 1 |
| Whipsnade (UK) | 6 | 3 | 3 | Amsterdam | 1 | 1 | 0 |
| Antverpy | 3 | 1 | 2 | Jerevan | 1 | 1 | 0 |
| Rotterdam | 3 | 1 | 2 | Paříž | 1 | 1 | 0 |
| Askania-Nova | 2 | 1 | 1 | Řím | 1 | 1 | 0 |
| Berlín | 2 | 1 | 1 | Tilburg | 1 | 1 | 0 |

Tab. 3: Stav koní Převalského v zoologických zahradách v letech 1959 až 1976 (Volf, 2009)

| Rok | Počet | Rok | Počet | Rok | Počet |
|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1959 | 56 | 1965 | 125 | 1971 | 182 |
| 1960 | 59 | 1966 | 133 | 1972 | 196 |
| 1961 | 73 | 1967 | 146 | 1973 | 206 |
| 1962 | 84 | 1968 | 153 | 1974 | 217 |
| 1963 | 90 | 1969 | 158 | 1975 | 243 |
| 1964 | 110 | 1970 | 161 | 1976 | 253 |

10.2 Populace koně Převalského v zajetí na konci 20. a počátkem 21. století

Do roku 1960 se rodilo ve světě pouze 20 hříbat ročně. Nejvyšší přírůstky byly zaznamenány v roce 1992, a to 145 hříbat. Následující roky se počet narozených hříbat snižoval (Wolc a kol., 2008). Počty narozených hříbat jsou znázorněny na obr. 7.

K roku 2004 čítala populace koně Převalského, chovaná v zajetí, 524 jedinců s poměrem pohlaví 1,74 klisen : hřebcům. Populace divokého koně je rozptýlena do 27 zemí světa, ve kterých se nachází celkem 86 chovných stanic. Mezi největší chovatele koně Převalského patří Německo, Velká Británie, USA, Austrálie, Česká republika, Polsko a Ukrajina (Wolc a kol., 2008).

Tab. 4: Počty narozených a registrovaných mláďat koně Převalského v jednotlivých zemích od roku 1901 do roku 2004 (Wolc a kol., 2008)

| Stát | Počet mláďat | Stát | Počet mláďat | Stát | Počet mláďat |
|-----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| Austrálie | 79 | Francie | 57 | jižní Afrika | 10 |
| Rakousko | 82 | Německo | 570 | Slovensko | 13 |
| Belgie | 55 | Velká Británie | 512 | Španělsko | 3 |
| Kanada | 45 | Japonsko | 5 | Švédsko | 10 |
| Chorvatsko | 2 | Kazachstán | 7 | Švýcarsko | 39 |
| Kuba | 3 | Litva | 7 | Taiwan | 31 |
| Česká republika | 215 | Mongolsko | 13 | USA | 415 |
| Dánsko | 10 | Nizozemsko | 91 | Ukrajina | 139 |
| Estonsko | 19 | Polsko | 106 | Vietnam | 4 |
| Finsko | 10 | Rusko | 84 | Ostani | 16 |

11 Návrat koně Převalského do volné přírody

V 60. a na začátku 70. let byl kůň Převalského na pokraji vyhubení. Proto se odborníci snažili dosáhnout jeho největších možných přírůstků. Díky této snaze se v roce 1982 zvýšil počet jedinců v zajetí na 500 kusů. Každý rok se pohybuje přírůstek koní divokých kolem 10 %, což vede v 90. letech k hranici 1 000 kusů koní Převalského chovaného v zajetí. Tento nárůst má za následek problém s umístováním koní. Se zvyšujícím se počtem koní Převalského klesá i jejich cena a v zoologických zahradách už není vzácností. Díky tomu se odborníci vrací k myšlence reintrodukce divokých koní zpět do původní vlasti (Kůs, 1991). První myšlenka reintrodukce vznikla v roce 1976 na 3. mezinárodním sympoziu v Mnichově, navrhl ji Jiří Volf (Volf, 2002).

První pokus o reintrodukci koně Převalského, na kterém se měly podílet jak zoologické zahrady, tak organizace OSN pro výživu a zemědělství FAO a UNEP, ztroskotal. Tento plán z roku 1985 počítal s aklimatizací divokých koní v Askania Nova. Po dvou letech

měli být přesunuti do Mongolska, kde byla plánována semirezervace, a po několika letech zde měli být vypuštěni do volné přírody. Nepodařilo se ovšem najít oblast, kde by semirezervace mohla vzniknout. Určitým problémem byla také váhavost chovatelů těchto koní (Kůs, 1991).

Po nezdaru prvního pokusu se do problematiky reintrodukce zapojily nejrůznější spolky a nadace. Ve 2. pol. 80. let vznikalo několik semirezervací napříč světem, například v Nizozemsku nebo Kanadě, ale tyto lokality neodpovídaly potřebám divokých koní (Volf, 2002).

Sympozia v Lipsku, konaného v roce 1990, se poprvé zúčastnili zástupci z Číny, kteří o reintrodukci také uvažují. Byli zde i zástupci z Mongolska, kteří po letech váhání začínají na zpětném vysazení koně Převalského spolupracovat (Kůs, 1991).

V červnu roku 1992 se vrátili do oblastí v Mongolsku první divocí koně. Nebylo to však za pomoci zoologických zahrad a mezinárodních organizací jak se plánovalo, ale pouze za pomoci soukromých západoevropských nadací. Dřívější plán ztroskotal z důvodu nedostatku finančních prostředků a organizační nepřipravenosti. Jednou z nadací byla nadace německého podnikatele Christiana Oswalda, který zvolil jako místo návratu divokých koní osadu Tachin Tal v národním parku Gobi. Druhá byla nizozemská nadace manželů Boumanových, kteří vybrali oblast v pohoří Hustain Nuruu (Kůs, 2008).

Od prvních transportů divokých koní do Mongolska a Číny uplynulo již více jako 20 let. Za tu dobu se podařilo úspěšně navrátit divokého koně do země jejich předků. Jak uvádí Kůs (2008), ve volné přírodě žije již více jak 300 koní Převalského. Jedná se tak o jeden z mála úspěšných příkladů záchrany a navrácení druhu do místa původního výskytu. Kladem je také, že za růstem populace koně Převalského jsou především stáda volně žijící, u kterých úspěch při rozmnožování a přežití nezáleží na člověku, ale na přírodním výběru (Kůs, 2008).

11.1 Hustain Nuru

Chovná stanice Hustain Nuru, která leží cca 80 km od Ulanbátaru, vznikla na základě návrhu manželů Boumanových (Kůs, 2008). Stanice je umístěna v nadmořské výšce 1400 – 1700 m n. m. v zóně lesostepí a horských stepí s dostatkem potravy. Prameny jsou zásobeny vodou celoročně. Výhodou Hustain Nuru je dobré spojení s Ulanbátarem.

Nevýhodou oblasti je, že se zde původně nevyskytovali divocí koně, proto nemůžeme mluvit o reintrodukcii ale pouze o introdukcii koně Převalského. V oblasti se také nachází velké množství divokých kopytníků a jejich predátorů a s tím je spojen výskyt endo- a ektoparazitů, například babesióza, která je přenášena klíšťaty (Volf, 2002).

První divocí koně sem byli přivezeni 5. 7. 1992. Celkem bylo dovezeno 16 koní Převalského, z toho 8 pocházelo ze semirezervací v Nizozemsku a 8 z aklimatizační stanice Askania Nova. Do roku 1998 se přivezlo do Hustain Nury ještě 52 jedinců. Po 2 letech aklimatizace se vypouštějí koně do rezervace. Divocí koně ze stanice Hustain Nury mají vysokou množivost. Do začátku roku 2001 se zde narodilo celkem 80 hříbat, z toho ale více jak 40 % uhynulo. I přes vysokou úmrtnost mláďat se poslední transport koní Převalského do Hustain Nuru uskutečnil v roce 2000, kdy bylo dovezeno celkem 18 koní, mezi nimiž byla i klisna z pražské zoologické zahrady (Volf, 2002).

V roce 1998 byla oblast o rozloze 57 000 ha aklimatizační stanice Hustain Nuru prohlášena za národní park (Bouman, 2000).

11.2 Tachin Tal

Stanice Tachin Tal se nachází v Zaaltajské Gobi u severovýchodní hranice Gobijského národního parku zóny B. Klimatické podmínky v této oblasti jsou tvrdé. V zimě se zde nachází i více jak čtvrt metru sněhu a teploty dosahují -40 °C. Vegetace je typická pro stepní a polopouštní oblasti. Zdrojem vody je říčka Bindž, která pramení z retenční nádrže vzdálené 10 km (Volf, 2002). Oblast Tachin Tal, která v překladu znamená Step divokého koně, se leží asi 40 km od místa, kde byl v roce 1969 viděn poslední volně žijící divoký kůň (Kůs, 2008).

První divocí koně sem dorazili 5. června 1992 z jihoukrajinské stanice Askania Nova, a to 2 hřebci a 3 klisny. V září 1992 se zde narodila klisnička. Dostala jméno Ugan, které znamená první, a byla 1. mládě narozené v Mongolsku po více jak čtvrtstoletí. Do konce roku 1997 dorazilo do Tachintal ještě 35 koní Převalského. V roce 1998 přibylo dalších 18 koní, z nichž 3 pocházeli z pražské zoologické zahrady (Volf, 2002).

11.3 Urumqi a Xin Jiang

Z chovné stanice Urumqi v provincii Xin Jiang mají být divocí koně vypuštěni do pohoří Kalameili, které leží v Džungarské pánvi. Tato oblast je vzdálena asi 400 km od Urumqi a je to místo původního výskytu koní Převalského. Nachází se tu rezervace pro divoké osly. Zoologové však poukazují na zdejší nepříznivé klimatické podmínky, tedy velká sucha, kdy říčky v letních měsících vysychají. Půdy jsou zasolené s malým výskytem vegetace. Dalším problémem jsou stáda kočovníků a neproškolený personál v rezervaci (Kús, 1991). Stále častěji je Džungarská pánev spojována s možností vzniku ropného průmyslu. Samotná stanice již v této době prodala část stáda do zoologické zahrady v Šanghaji. Zbylí jedinci mají problém s kopyty, která se kvůli velmi kalorické potravě a měkké půdě deformují (Volf, 2002).

Ani v chovné stanice Wuwei se pokus o reintrodukcii nezadařil. Koně měli být vypuštěni do polopouště Tenggeli. Zde je sice větší úhrn srážek, ale opět malý výskyt vegetace (Volf, 2002). Dnes proto žijí divocí koně v 10 ha výběhu a jsou celoročně dokrmováni 4x denně (Gao a Li, 1990).

11.4 Pentezug

Kůň Převalského byl také vypuštěn do stepní rezervace Pentezug v maďarském Národním parku Hortobágy, zde se jedná o introdukcii koně Převalského do volné přírody (Zimmermann et al., 2009), mimo Pentezug byl vypuštěn také do zakázané zóny v blízkosti Jaderné elektrárny Černobyl (Zharkikh et al., 2002), zde se jedná také o introdukcii. Pentezug byl vybrán kvůli využití stepního porostu koňmi a následnému sledování sociálního chování introdukovaných koní Převalského v semi-divokých podmínkách. NP Hortobágy je největší stepní oblastí v centrální Evropě, přičemž zaujímá plochu 100 000 ha. Nachází se zde hlinitý typ půdy s velkým obsahem solí, která je velmi úrodná. Zdejší podnebí je semiaridní. Průměr ročních teplot je 10-12 °C a průměrný úhrn srážek činí 500 mm za rok. Nevýhodou jsou stáda skotu a ovcí, která přepásají pastviny (Jakubec a kol., 2012).

V Pentezugu se prováděly i další výzkumné projekty (Zimmermann et al., 2009), které nebyly zaměřeny jen na koně Převalského a vytvoření jeho populace. Díky nim bylo

možné sledovat ekologii, populační biologii či sociální strukturu koně Převalského, které nebyly doposud známy. Například zde bylo cílem dlouhodobé zachování stepního porostu rozmanitých druhů rostlin nebo uchování diverzity fauny – i ohroženého dropa velkého (Jakubec a kol., 2012).

11.4.1 Výsledek projektu sociálního chování koně Převalského v Pentezugu

Částečně jsem již sociální chování popsala v kapitole o “Životě koně Převalského”. Zimmermann et al., (2009) popisuje sociální chování ještě podrobněji, například uvádí, že klisny ve věku 1 až 3 let odcházejí ze stáda a připojují se k jiným.

11.5 Problémy reintrodukce

Nepřítelem reintrodukovaných divokých koní jsou vlci a také veterinárně-hygienické podmínky v aklimatizačních stanicích (Volf, 2002). Jedná se o infekce způsobené parazity, které přenášejí mongolští domácí koně, nebo jsou parazitózami v latentní formě nakaženi již ze zoologických zahrad, odkud byli dovezeni do aklimatizačních stanic (Tscherner, 1999). Problémem může být i fyziologie a etologie. Například v Tachin Talu nepřežilo první zimu několik koní přivezených z Austrálie, a to z důvodu rozdílného klimatu a nepřipravenosti srsti koní na kruté zimy. Přeživší koně se přizpůsobili zdejšími podmínkám a následné zimy přečkali ve zdraví. V rámci převozů do aklimatizačních stanic dochází u klisen vlivem stresu k narušení pohlavních cyklů (Volf, 2002).

Velkým problémem reintrodukce v Mongolsku a v Číně jsou naleziště nerostných surovin a jejich těžba. V Džungarské pánvi a v přilehlém pohoří jsou velká naleziště nerostných surovin. V oblasti Xinjiangu jsou zase velké zásoby zemního plynu, ropy a uhlí. Nedaleko aklimatizační stanice Jimsar jsou již vybudovány vrtné věže (Kůs, 2008).

11.6 International Takhi Group

Mezinárodní skupina International Takhi Group (ITG) v roce 2000 převzala řízení projektu reintrodukce divokých koní v Gobi. ITG je složena z odborníků z Mongolska,

Švýcarska, Německa a Rakouska. Byla změněna taktika reintrodukce divokých koní. Díky tomu se zastavil velký úhyn dovezených koní v Tachin Talu, který dosahoval i více jak 50 %. Byly také získány nové finanční prostředky, které se použily mimo jiné také na nákup satelitních obojků ke sledování volně žijících stád (Kůs, 2008).

V roce 2006 byla poprvé v historii překročena hranice sta jedinců divokých koní, kteří žijí volně v národním parku Gobi (Kůs, 2008).



Obr. 4: První hříbě koně Převalského narozené v Gobi v roce 2015 – matkou je klisna Zeta ze Zoo Praha (<https://www.facebook.com/prevalaci>)

12 Pražská zoologická zahrada a kůň Převalského

Od příchodu prvního koně Převalského do Prahy uplynulo už více jak 80 let. Od té doby se zde narodilo 215 hříbat. Tato hříbata byli potomci pouze 10 plemenných hřebců (Kůs, 2008).

Nízký počet hřebců byl dán malým počtem celosvětové populace koně Převalského v minulosti. Proto byl každý plodný hřebec vzácností. Prvními hřebci v Praze byli hřebci

Ali a Horymír. Ti však během svého života moc potomků nezplodili, a to díky špatnému zdravotnímu stavu a také kvůli přítomnosti pouze jedné klisny. Dalšími hřebci byl Horymírovův syn Uran a vnuk Oskar, kteří zplodili více potomků. Problémem této staré pražské linie bylo genetické hledisko. Docházelo zde k inbreedingu, neboli k příbuzenskému páření. Významný pro pražský chov byl následující hřebec Bars, který pocházel ze Sovětského svazu a byl potomkem poslední klisny chycené ve volné přírodě (Orlice III). Zanechal po sobě 56 potomků a 42 z nich se narodilo právě v Praze. Jedním z potomků byl hřebec Hubert, který měl syna Nicka. Nick se následně stal hlavním plemenným hřebcem v Praze. Hubert byl poslán do zoologické zahrady v Kolíně nad Rýnem, kde se stal zakladatelem zdejšího chovu (Kůs, 2008).

V 70. letech 19. století byl pražský chov největším na světě a třetina světové populace divokých koní pocházela právě z Prahy (Kůs, 2008).

Následně začali chovatelé koně Převalského dbát také na genetická hlediska chovů. Proto se ustoupilo od předchozí praxe, kdy hřebec plodil potomky stále se stejnými klisnami a genetická výbava potomků zůstávala stále stejná. Proto začalo docházet k výměnám plodných hřebců mezi chovateli. Díky tomu se do Prahy, roku 1998, dostal americký hřebec Gino, který pocházel ze zoologické zahrady v Kolíně n. Rýnem. Byl reprezentantem tzv. čistokrevné linie A. V Praze strávil 8 let a v roce 2006 byl poslán do Norimberku. Posledním hřebcem v zoologické zahradě v Praze je hřebec Len narozený v Akanii Nova. Len je potomek linie klisny Orlice III, která byla poslední klisnou odchycenou ve volné přírodě. Je tedy příbuzný s výše uvedeným hřebcem Barsem (Kůs, 2008).

Tab. 5: Hlavní plemenní hřebci koně Převalského v pražské zoologické zahradě (Kůs, 2008)

| č. plemenné knihy | jméno | datum a místo narození/úmrť | celkový počet potomků | počet potomků v Zoo Praha |
|-------------------|---------|--|-----------------------|---------------------------|
| 65 | Ali | * 22. 5. 1917 Halle / † 1. 4. 1933 Praha | 5 | 5 |
| 120 | Horymír | * 21. 6. 1930 Washington / † 25. 7. 1944 Praha | 4 | 4 |
| 76 | Uran | * 27. 5. 1944 Praha / † 11. 7. 1974 Praha | 35 | 35 |
| 78 | Oskar | * 4. 7. 1950 Praha / † 5. 6. 1967 Praha | 35 | 35 |
| 285 | Bars | * 6. 5. 1963 Askania Nova / † 16. 12. 1992 Mnichov | 56 | 42 |
| 728 | Hubert | * 15. 7. 1977 Praha / † 18. 12. 1996 St. Philipsland | 16 | 2 |
| 411 | Simon | * 25. 5. 1969 Mnichov / † 16. 8. 1993 Slatiňany | 67 | 26 |
| 1135 | Nick | * 25. 5. 1983 Praha / † 14. 8. 2008 Dolní Dobřejov | 24 | 21 |
| 1495 | Gino | * 7. 7. 1986 Denver | 41 | 17 |
| 65 | Len | * 16. 6. 2002 Askania Nova | | |



Obr. 5: Informační tabule u výběhu koně Převalského v Zoo Praha (Foto: Trefilová, 2014)



Obr. 6: Výběh koně Převalského v Zoo Praha (Foto: Trefilová, 2014)

12.1 Podíl Zoo Praha na reintrodukci koně Převalského

Pražská zoologická zahrada se podílela na návratu divokých koní do volné přírody. V roce 1985 se dr. Jiří Volf, který v té době spravoval plemennou knihu, aktivně zúčastnil moskevského sympozia. Dr. Jiří Volf pomáhal Christianu Oswaldovi s výběrem koní ze stanice Askania Nova pro aklimatizační stanici Tachin Tal. V roce 1998 byli ze stanice v Dolním Dobřejově posláni 3 koně do Tachin Talu. Jednalo se o jednoho hřebce Atreuta a dvě klisny Zetu a Zitu. Na jaře roku 1999 však hřelec Atreut a klisna Zina uhynuli nákazou krevními parazity. Druhá klisna Zeta, kterou Mongolové přejmenovali na Od („světlá“), stále žije v Gobi. Během let zde porodila 5 hříbat, která se dále rozmnožují (Kůs, 2008).

Roku 2006 zařadila Pražská zoologická zahrada mezi své priority v rámci programů na záchranu ohrožených druhů in-situ reintrodukci koně Převalského. Zoo Praha také věnovala Tachin Talu chybějící technické prostředky pro monitoring koní a také laboratorní mikroskopy na základní parazitologický výzkum. V roce 2007 byla Pražská zoologická zahrada přijata mezi řádné členy organizace ITG (Kůs, 2008).

13 Plemenná kniha koně Převalského

První plemenná kniha vznikla v roce 1923 pro evropského zebra, kterému hrozilo vyhynutí. Stejně jako u plemenné knihy koně Převalského stála u jejího zrodu pro evropského zebra německá zooložka dr. Erna Mohrová (Kůs, 2008).

Plemenná kniha koně Převalského vznikla jako důsledek rychle se snižujícího počtu těchto koní ve volné přírodě a malého počtu jedinců chovaných v zajetí (Mohr, 1959). Byla založena roku 1959 (Kůs, 1991). První výtisk plemenné knihy byl vydán jako příloha v monografii *Das Urwildpferd* v roce 1959. Dr. Mohrová na I. Mezinárodním sympoziu navrhla, aby plemennou knihu koně Převalského vedla pražská zoologická zahrada jako uznání za zásluhy při jeho záchraně (Kůs, 2008). K 1. 1. 1959 bylo do plemenné knihy zapsáno 56 jedinců koně Převalského – viz tabulka 2 (Volf, 2009). Vedoucí knihy byl do roku 31. 12. 1990 dr. Jiří Volf a od 1. 1. 1991 RNDr. Evžen Kůs (Kůs, 1991). Podkladem pro ni se stala kartotéka koní v pražské zoologické zahradě (Volf, 1972). Hlavním cílem

plemenné knihy bylo sestavit genealogii divokých koní, kteří se vyskytovali v lidské péči. Dalším cílem bylo, aby se díky této knize zvýšil zájem o ohrožený druh, dále aby měli všichni chovatelé koně Převalského přehled o ostatních chovatelích a tím se zvýšila spolupráce při reprodukci (Volf, 1958). Jedním z významů plemenné knihy je také fakt, že díky rodokmenům v knize se lze vyhnout příbuzenské plemenitě (Kůs, 2008).

Plemenná kniha je rozdělaná do kapitol. V knize jsou záznamy o narozených koních v předchozím roce, dále potraty a mrtvě narozená mláďata. Jsou tu i informace o změnách v chovu po celém světě – přesuny, úmrtí koní. Největší část plemenné knihy je věnována soupisu všech žijících koní Převalského vždy k 1. 1. daného roku vydání knihy. Každé narozené zvíře má vlastní kartu (Volf, 2002). Blankety jsou vždy vyrobeny ve dvou originálech. Jeden zůstává v kartotéce a druhý patří majiteli koně. Formuláře jsou buď červené pro klisny, nebo modré pro hřebce. V případě smrti koně je blanket zaslán zpět do zoologické zahrady v Praze a je zařazen do tzv. mrtvé kartotéky (Volf, 1972). Každá karta obsahuje: číslo karty, pohlaví, evidenční číslo, datum narození, jméno, stanoviště a základní údaje o rodičích (Volf, 2002). U každého jedince je také přehled míst, kde se kůň nacházel v průběhu jeho života. Jsou zde uvedeny i koeficienty inbreedingu či existence určitých znaků, jako například bílé skvrny na hlavě nebo tělesné abnormality. Můžeme se zde také dovědět, zda je daný jedinec nositelem fox genu, který předurčuje rezavé zbarvení (Kůs, 2008).

Pražská zoologická zahrada vydává kromě Plemenných knih koně Převalského i Generální plemennou knihu koně Převalského, která obsahuje údaje o všech divokých koních chovaných lidmi od roku 1899. V dnešní době je generální plemenná kniha zpracovávána počítačově, a proto může obsahovat i záznamy o genetickém a fenotypovém charakteru koní, například koeficient příbuznosti nebo geneticky podmíněné tvorby tmavého zbarvení, atd. Díky generální plemenné knize lze sestavit úplný rodokmen jedinců sahající až do počátků objevu a chovu koně Převalského. Díky tomu se chovatelé mohou vyvarovat příbuzenskému páření a zařazení jedinců s genetickými vadami do chovu (Volf, 2002).

Od roku 1899 do současné doby je v plemenné knize koně Převalského zapsáno 5105 jedinců (Kůs, 2008).

V roce 2001 byla také celá plemenná kniha koně Převalského přepsána do webové verze, kde je přístupna všem zájemcům (Kůs, 2008).

14 Inbreeding

Kůň Převalského patří mezi významné genetické zdroje. V počátku 20. století byly jeho početní stavy tak nízké, že hrozil jeho zánik. Řada odborníků (např. prof. Bílek) a také institucí (např. Zoo Praha) se v tomto období významně zasloužily o jeho záchranu, která vedla na přelomu 20. a 21. století k návratu koně Převalského do volné přírody. Významným problémem, se kterým se muselo při záchraně koně Převalského počítat, bylo nebezpečí inbreedingu – příbuzenského páření, což je významný problém při práci s genetickými zdroji. Inbreeding je obecně příčinou nejen zhoršené reprodukce zvířat, ale jeho negativní vliv byl prokázán i např. v zevnějšku nebo dalších významných vlastnostech. V další části proto bude problematika inbreedingu analyzována.

S inbreedingem neboli příbuzenskou plemenitbou se jako s jednou z metod plemenitby pracuje již mnoho let. Definice inbreedingu se časem vyvíjela, proto se může i různě definovat (Jakubec a kol., 2010). Například Jakubec a kol. (2012) definují inbreeding takto: „Příbuzenská plemenitba je souhrnný název pro systémy páření, ve kterých dochází k páření vzájemně příbuzných jedinců, tj. jedinců, kteří mají v rodokmenu společné předky.“ (Jakubec a kol., 2012).

Mezi další známé definice příbuzenské plemenitby řadíme definici od Šilera a kol. (1965), kteří definují inbreeding jako opakování některých předků v minulých generacích, a s tím spojené opakování pravděpodobné koncentrace vlohového založení v genotypu příbuzensky vyšlechtěných jedinců (Šilera a kol., 1965).

Obecně můžeme příbuzenskou plemenitbu definovat takto: Jde o páření dvou jedinců, kteří jsou navzájem více příbuzní, než je tomu při náhodném páření jedinců celé populace (Jakubec a kol., 2010).

14.1 Druhy páření

Základním druhem páření ve velkých populacích je panmiktické připařování, tj. náhodné páření mezi zvířaty. Je to druh náhodného páření. I zde však může docházet ke spojení fenotypově podobných jedinců a také k příbuzenské plemenitbě. Druhým případem je tzv. páření asortativní, neboli nenáhodné páření, kde možnost připařování dvou příbuzných jedinců je častější. Jako příklad nenáhodného páření si můžeme uvést výběr partnerů podle hmotnosti nebo produkce a dalších fenotypových znaků (Jakubec a kol., 2010).

Asortativní páření dělíme na pozitivní, neboli asortativní a negativní, neboli disasortativní. U pozitivního připařování se kříží fenotypově podobní jedinci. V takových případech se v populacích vyskytuje více homozygotních genotypů a nižší zastoupení heterozygotů. Homozygotnost se však bude týkat jen těch genů, které podmiňují příbuzenské znaky, například vyšší osvalení dobytka. V případě disasortativního připařování se v populaci bude vyskytovat víc heterozygotů (Jakubec a kol., 2010).

Oba typy připařování, tedy náhodné i nenáhodné páření má velký význam pro genetiku populací a také pro evoluční pochody. Díky panmiktickému páření jsou ve velkých populacích genotypové a genové četnosti v rovnováze, podle Hardy – Weinbergova zákona. V případě nenáhodného připařování v malých populacích dochází k významným změnám těchto genotypových a genových četností, které jsou dány inbreedingem (Jakubec a kol., 2010).

14.2 Výpočty inbreedingu

Pearl v letech 1913 až 1917 napsal řadu prací na téma příbuzenské plemenitby (Wright, 1922). Paerlový výpočty vycházely z rozdílných počtů předků v rodokmenech. Koeficient zjišťovaný pro každou generaci (1):

$$Z_n = 100 \left(1 - \frac{q_{n+1}}{p_{n+1}}\right) = 100 \left(1 - \frac{q_{n+1}}{2^{n+1}}\right) \quad (1)$$

kde:

$g_{n+1} / 2^{n+1}$... poměr aktuálních až k maximálním možným předkům, v $n + 1$ ní generaci (Wright, 1922).

Základním vzorcem pro stanovení intenzity inbreedingu se ale stal koeficient inbreedingu F_x (2) a koeficient příbuznosti R_{XY} (3), který definoval Wright (1922):

$$F_x = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2+1} (1 + F_A) \quad (2)$$

kde:

Σ ... sumace příbuznosti pro více úseků jedinců X a Y ke společným předkům

n_1 ... počet generací mezi rodičem X jedince Z a společným předkem A

n_2 ... počet generací mezi rodičem Y jedince Z a společným předkem A

F_A ... koeficient inbreedingu společného předka

$$R_{XY} = a_{ij} = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2} (1 + F_A) \quad (3)$$

kde:

Σ ... sumace příbuznosti pro více úseků jedinců X a Y ke společným předkům

n_1 ... počet generací mezi jedincem X a společným předkem A

n_2 ... počet generací mezi jedincem Y a společným předkem A

F_A ... koeficient inbreedingu společného předka

Tab. 6: Vztah mezi koeficientem příbuznosti R_{XY} rodičů a koeficientem inbreedingu F_x jejich potomků (Wright, 1922)

| Druh páření | R_{XY} – rodiče | F_x – potomci (%) |
|---|-------------------|---------------------|
| Sourozenci | | |
| první pokolení | 0,5 | 25 |
| druhé pokolení | 0,6 | 37,5 |
| třetí pokolení | 0,73 | 50 |
| Rodiče a děti | | |
| první pokolení | 0,5 | 25 |
| druhé pokolení | 0,67 | 37,5 |
| Polosourozenci | | |
| prarodiče s vnoučaty | | |
| bratřenci a sestřenice (mající 4 společné dědy) | 0,25 | 12,5 |
| strýc nebo teta s neteří a synovcem | | |
| Polostrýc a poloteta s neteří a synovcem | 0,125 | 6,25 |
| Polobratranec s polosestřenicí (1 společný děd) | 0,0625 | 3,13 |

Wrightovy vzorce staví na analýze jednotlivých úseků, neboli path coefficients a rodokmenech a to za předpokladu zvyšování homozygotnosti a snižování heterozygotnosti u inbreedních jedinců. Uvedený vzorec však není vhodný pro výpočet inbreedingu u složitějších rodokmenů, kde se nachází více společných předků (Jakubec a kol., 2010).

Výpočtem inbreedingu se zabývali také jiní autoři, například Cruden (1949) nebo Malécot (1948), který také zavedl pojem původový koeficient. Výše zmínění autoři vycházeli z výpočtu, který byl založen na mendelistických principech a také z rozboru rodokmenů od nejstarších po nejmladší příslušníky. Proto bylo možné v případě rozšíření rodokmenu a další generace použít stávající výpočet. V případě Wrighta je analýza rodokmenů od nejmladší po nejstarší generace (Jakubec a kol., 2010).

14.2.1 Příklady výpočtů koeficientu inbreedingu F_x

Tab. 7: Rodokmen jedince X(6) se společným předkem A(1)

| | | |
|------|------|------|
| X(6) | A(1) | S(4) |
| | | U(3) |
| | Y(5) | A(1) |
| | | T(2) |

Výpočet koeficientu inbreedingu při páření otce na dceru:

$$F_x = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2+1} (1 + F_A)$$

$$F_x = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{0+1+1} (0)$$

$$F_x = 0,25 = 25 \%$$

Výsledný koeficient inbreedingu při páření otce na dceru je 0,25, neboli 25 %.

Tabulka 7 vyjadřuje velmi úzký inbreeding, se kterým se můžeme v populaci setkat. Jedná se o páření otce (v tomto případě jedince A(1)) na dceru, kdy je výsledný koeficient inbreedingu potomka $F_x = 0,25$. Dalším připařováním stejného otce by koeficient inbreedingu vzrůstal až do dosažení teoretické hranice $F_x = 1$. Tento maximální inbreeding je však pouze teoretický a není možné ho dosáhnout z důvodu velmi intenzivního zhoršování reprodukce inbredních zvířat.

Tab. 8: Rodokmen jedince X(6) se společným předkem A(1)

| | | |
|------|------|------|
| X(6) | X(4) | A(1) |
| | | T(3) |
| | Y(5) | A(1) |
| | | S(2) |

Výpočet koeficientu inbreedingu při páření polosourozenců:

$$F_x = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2+1} (1 + F_A)$$

$$F_x = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{1+1+1} (0)$$

$$F_x = 0,125 = 12,5 \%$$

Při páření polosourozenců, tj. jedinců s jedním společným rodičem, je výsledný koeficient inbreedingu 0,125, neboli 12,5 %. Tento příklad je uveden v tabulce 8, která ukazuje páření mezi polosourozenci, kteří mají společného otce (společný předek je A(1)), ale rozdílnou matku.

14.3 Negativní důsledky inbreedingu u různých druhů zvířat

Při páření příbuzných jedinců dochází ke zvýšení homozygotnosti. Toto zvýšení může mít za následek fenotypovou expresi recesivně letálních a částečně letálních genů. Biologický potenciál je vyšší u druhů více heterozygotních než homozygotních (Keller a kol., 2004). Přírodní výběr upřednostňuje jedince heterozygotní, naopak u jedinců vzniklých příbuzenským pářením byl zjištěn negativní vztah mezi dlouhověkostí a inbreedignem (Mousseau a Roff, 1987). Také pro genetické zdroje je inbreeding negativní, protože zvyšuje úmrtnost mladých jedinců a potlačuje vlastnosti, které jsou pro druhy typické ve volné přírodě. Problémem jedinců vzniklých příbuzenským pářením je i snižující se fitness u druhů nedomestikovaných (Wolc a kol., 2008). Snižování fitness

bylo dokázáno testy u laboratorních myší, kdy jedinci s koeficientem inbreedingu 25 % měli snížený fitness o 44 % (Meagher a kol., 2000). Z těchto důvodů je snaha o zabránění příbuzenskému páření v chovných programech. Jak píše Spevek a kol., (1993), při záchraně ohrožených druhů je problém příbuzenského páření častý z důvodu malé velikosti dané populace a nízkého počtu jejich zakladatelů (Spevak a kol., 1993).

Významné výzkumy v oblasti negativního vlivu inbreedingu byly provedeny i u dalších druhů zvířat. Zajímavých a často i obecně aplikovatelných výsledků bylo v této oblasti dosaženo v chovu skotu, který umožňuje výzkum velmi početně obsáhlých populací, ve kterých se dají dohledat vyšší počty inbredních zvířat a tyto srovnávat s neinbredními. Výhodou je také možnost relativně jednoduchého odběru DNA zvířat a také kompletnost rodokmenů do vzdálenějších generací. Výzkum populačně-genetických efektů (především inbrední deprese a heterozního efektu) v chovu skotu je výhodný také z důvodu řady samostatných (často i izolovaných) populací nebo plemen, které se mohou mezi sebou úspěšně připařovat. Konkrétně byl v oblasti chovu skotu prokázán negativní vliv inbreedingu např. v nižším počtu získaných embryí v rámci embryotransferu a současně i ve vyšším počtu degenerovaných embryí (Bezdíček a kol., 2014). U inbredních zvířat tak byly celkově prokázány výrazně horší výsledky v oblasti reprodukce (Thompson a kol., 2000a; Thompson a kol., 2000b; Smith a kol., 1998), u zevnějšku zvířat (Croquet a kol., 2006) a také v produkčních vlastnostech (Miglior a kol., 1995; Bezdíček a kol., 2008; Kasandra a Kadlečík, 2007). Současně také řada autorů poukazuje na nelineární charakter inbrední deprese (Croquet a kol., 2007; Parland a kol., 2007), kdy s narůstajícím koeficientem F_x dochází k výraznějšímu projevu důsledků inbreedingu. Pro objasnění mechanismu působení inbreedingu jsou tak populace skotu důležitým zdrojem informací.

Studium vlivu inbreedingu se samozřejmě cíleně obrací především do malých populací a tzv. genových zdrojů, kde je inbreeding významným nebezpečím. Významná sledování byla v této oblasti provedena – mimo koně Převalského – také u starokladrubského koně, který je nejen významným genetickým zdrojem, ale má pro Českou republiku také velký kulturní a historický význam. Koeficienty inbreedingu u starokladrubských koní se počítají na základě informací z rodokmenů, které jsou vedeny od konce 18. století, tedy od doby založení plemene. Analýza intenzity koeficientu inbreedingu se u starokladrubských koní počítala v roce 1993 a následně v roce 2003.

Oba výpočty proběhly stejným způsobem výpočtu a byly následně porovnávány (Jakubec a kol., 2012).

Tab. 9: Průměrný koeficient inbreedingu u hřebců starokladrubských koní v roce 1993 a 2003 (Jakubec a kol., 2012, upraveno)

| Varianta | Počet n | 1993 F_x (%) | Počet n | 2003 F_x (%) |
|----------|------------|-------------------|------------|-------------------|
| Bělouši | 16 | 6,06 | 22 | 5,20 |
| Vraníci | 17 | 5,26 | 17 | 5,94 |
| Celkem | 33 | 5,65 | 39 | 4,27 |

Tab. 10: Průměrný koeficient inbreedingu u klisen starokladrubských koní v roce 1993 a 2003 (Jakubec a kol., 2012, upraveno)

| Varianta | Počet n | 1993 F_x (%) | Počet n | 2003 F_x (%) |
|----------|------------|-------------------|------------|-------------------|
| Bělouši | 95 | 7,29 | 169 | 3,99 |
| Vraníci | 114 | 8,40 | 181 | 5,86 |
| Celkem | 209 | 7,83 | 350 | 4,88 |

Jak je patrné z tabulek 9 a 10, u hřebců se snížil průměrný koeficient inbreedingu o 1,38 %, v případě klisen o 2,95 %. Snížení koeficientů bylo dosaženo rotačním pářením a zvýšeným počtem klisen (Jakubec a kol., 2012).

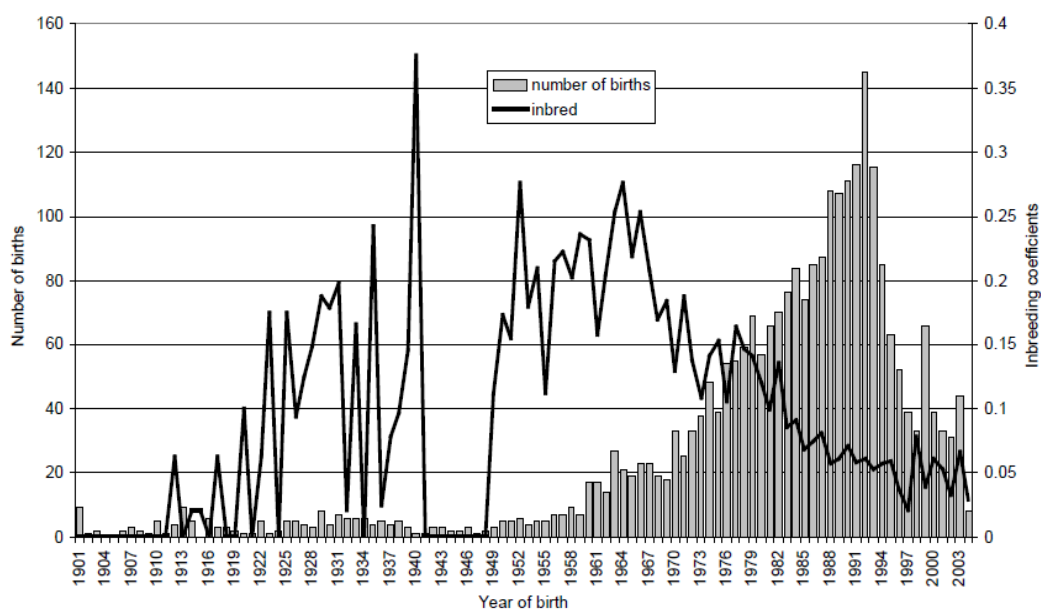
Uvedené příklady ukazují, že inbreeding byl studován u řady druhů zvířat a to nejen u genetických zdrojů. Inbrední deprese, způsobená příbuzenským pářením, se projevila především v reprodukci, ale také v produkčních vlastnostech, zevnějšku atd. Důkladné rozpracování mechanismu působení inbreedingu u řady druhů zvířat může sloužit jako modelový příklad obecného působení těchto genetických efektů. Tyto závěry se následně uplatňují při tvorbě individuálních přípařovacích plánů s cílem minimalizovat nebezpečí inbrední deprese.

14.4 Inbreeding a kůň Převalského

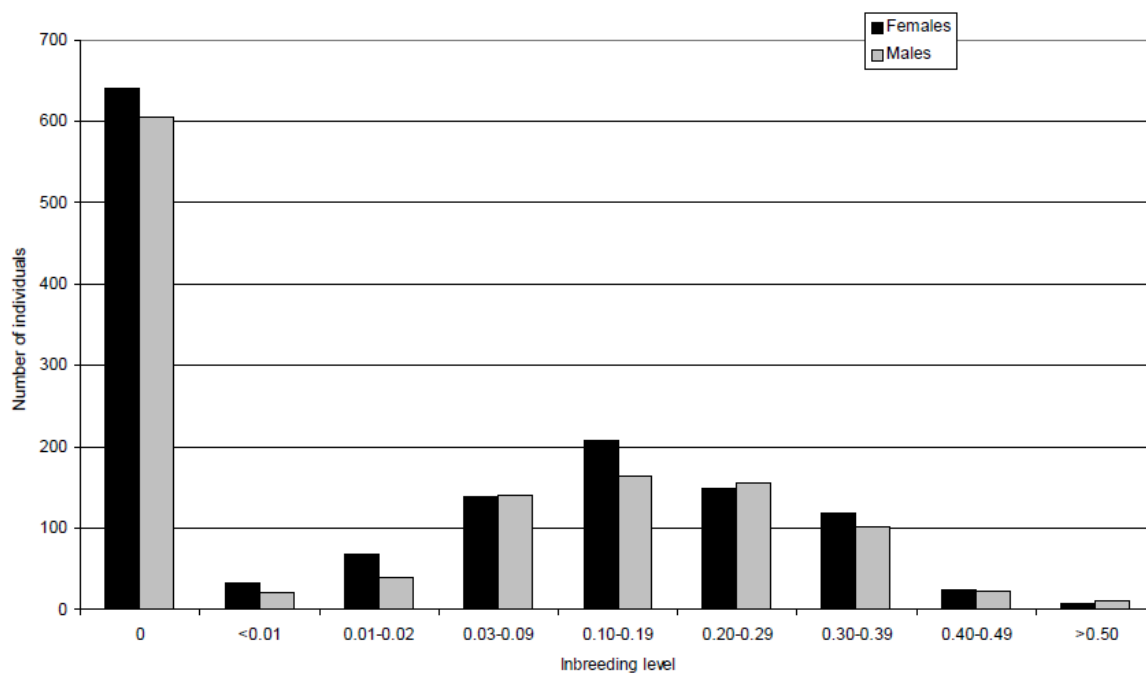
Jelikož byl kůň Převalského ve volné přírodě téměř vyhuben a do zajetí se dostalo málo jedinců schopných rozmnožení, je celá dnešní populace potomky pouze deseti jedinců. To mělo za následek příbuzenské páření mezi jedinci. Průměrný koeficient inbreedingu ve sledované populaci koně Převalského byl 0,094 (Wolc a kol., 2008). Pro výpočet koeficientu inbreedingu je důležitá znalost kompletních rodokmenů, což ve své práci zdůrazňuje Cassell et al. (2003).

Na obr. 7 je graficky vyobrazen počet narozených hříbat koně Převalského a k nim vypočítané koeficienty inbreedingu. Do roku 1940 koeficient inbreedingu rostl, a to až do hodnoty 0,37. Důvodem byly nízké počty koně Převalského a tím nutnost krytí i příbuzných jedinců. V období od 2. světové války do roku 1950 byly přírůstky velmi nízké, z důvodu zániku chovů v USA a v Askanii Nova a bombardování měst v Evropě. Po roce 1950 byly chovy obnoveny a populace se začala rozrůstat. Jak je z obr. 4 patrné, se zvyšujícím se počtem narozených hříbat klesá hodnota inbreedingu. Většina narozených jedinců byla inbredních, a to do roku 1980, poté se začala tato situace zlepšovat (Wolc a kol., 2008).

Hladina inbreedingu u koně Převalského se odhaduje na 19 %. U inbredních jedinců bylo naměřeno průměrně 73 % shody u rodokmenů. U celkové populace by bylo procento inbreedingu nižší z důvodu započítání i jedinců, u kterých nejsou informace rodokmenů úplné, u takových jedinců je předpoklad koeficientu příbuzenské plemenitby nulový (Wolc a kol., 2008).



Obr. 7: Počet narozených hříbat koně Převalského v zajetí a vývoj koeficientu inbreedingu (Wolc a kol., 2008)



Obr. 8: Porovnání hodnot inbreedingu mezi klisnami a hřebci koně Převalského (Wolc a kol., 2008)

14.4.1 Hodnoty inbreedingu koně Převalského ve světových chovech

Na obr. 9 můžeme vidět hodnoty inbreedingu, v letech 1901 až 2004, a to v šesti zemích, které mají nejvyšší počet chovaných a narozených koní Převalského. Při počítání inbreedingu koně Převalského byly použity údaje z plamenné knihy, kde jsou rodokmeny všech odchovaných divokých koní v zajetí. Do výpočtů bylo zahrnuto 1263 hřebců a 1386 klisen narozených v letech 1901 až 2004 (Wolc a kol., 2008). Koeficient inbreedingu byl získán z aditivního vztahu matrice (Quaas, 1976).

Ve Velké Británii se nachází celkem 15 chovných stanic, 12 v Anglii, 2 ve Skotsku a 1 chovná stanice ve Walesu (Wolc a kol., 2008). Jak je patrné z obr. 9, koeficient inbreedingu byl dlouho na hodnotě 0 %, a to až do roku 1935. V roce 1936 dosáhly hodnoty inbreedingu 25 %, od roku 1938 byly opět na 0 % a od roku 1955 začaly znovu stoupat. Nejvyšší hodnota inbreedingu byla v letech 1965 až 1970 a to až 34 %. Od roku 1970 se koeficient inbreedingu opět snižoval až na hodnotu 0 %, která byla dosažena v roce 2003.

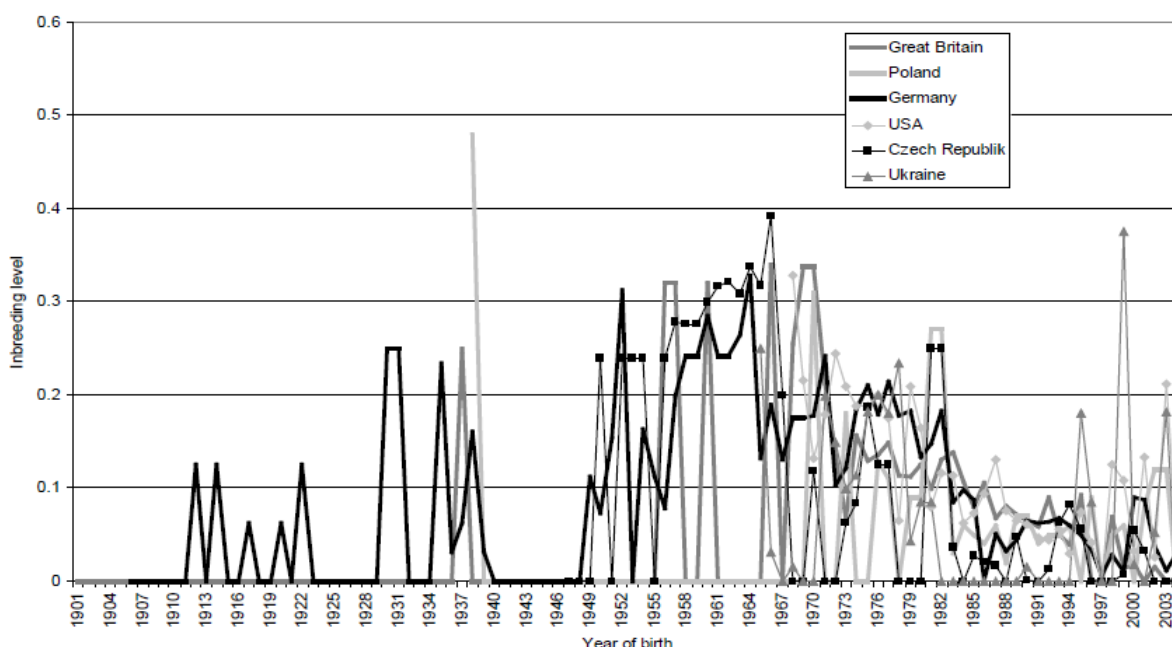
Chov koně Převalského v Polsku začal v roce 1937, kdy byli do polské zoologické zahrady dovezeni 4 divocí koně z Ukrajiny, přesněji 2 hřebci a 2 klisny. Jedinci byli již v příbuzenském vztahu a jejich potomek narozený v roce 1938 vykazoval hodnoty inbreedingu 48 %. V roce 1965 a 1968 byli do polské zoologické zahrady dovezeni další divocí koně. Roku 1969 se zde narodil hřebec, který měl již 0 % hodnoty inbreedingu. Ovšem hříbata narozená v následujícím roce, tedy v roce 1970 opět vykazovala vyšší hodnoty inbreedingu, přesněji 31 %. Jak je patrné z obr. tak i další narozená hříbata měla koeficient inbreedingu větší než 0 %, například v roce 1976 – 13 % nebo v letech 1981 až 1982 – 27 %. Do srpna roku 2004 se v Polsku narodilo celkem 106 hříbat koně Převalského. Z tohoto celkového počtu bylo u 34 hřebců a 33 klisen zjištěn nulový koeficient inbreedingu (Wolc a kol., 2008).

Chovy koně Převalského v Německu jsou jedny z největších na světě. Nejvyšší koeficient inbreedingu dosáhl hodnoty 33 %, a to v roce 1964. Od roku 1964 se hodnoty snižovaly a v roce 2004 dosáhly pouhých 3 % (Wolc a kol., 2008).

V USA byl chov koně Převalského rozmístěn do 22 měst. K roku 2004 se na území USA nacházelo 86 koní. Nejvyšší hodnota inbreedingu byla naměřena v roce 1968, a to 33 %. Ve většině případů se hodnoty pohybovaly do 25 % (Wolc a kol., 2008).

Česká republika, hlavně pražská zoologická zahrada, hraje důležitou roli při ochraně koně Převalského. První hříbě se v Zoo Praha narodilo v roce 1933, jeho koeficient inbreedingu byl nulový. To platilo i v následujících 20 letech, ale pouze 5 hříbat bylo zaregistrováno. Roku 1950 se narodila 3 hříbata, u kterých byl koeficient inbreedingu 24 %. Následujících 16 let koeficient inbreedingu rostl, maxima dosáhl roku 1966, a to 39 %. Následující roky hodnoty klesaly, výkyvy koeficientu byly zaznamenány jen v letech 1981 a 1982, kdy dosáhly hodnoty 25 % (Wolc a kol., 2008).

Registrovaný chov na Ukrajině začal v roce 1905. Maximální hodnoty koeficientu inbreedingu byly zaznamenány v letech 1939, 1940 a 1999, a to 37 %. K roku 2003 byla průměrná hodnota inbreedingu na Ukrajině 18 % (Wolc a kol., 2008).



Obr. 9: Průměrné hodnoty inbreedingu koně Převalského v šesti zemích s nejvyšším počtem chovaných koní (Wolc a kol., 2008)

14.5 Výzkum koně Převalského ve Francii

Ve Francii proběhlo devítileté sledování populace koně Převalského. V jeho průběhu, tedy od roku 1994 do roku 2003, byly sledovány faktory ovlivňující plodnost a úmrtnost na úrovni jedinců v uzavřené populaci a bez přítomnosti predátorů. Divocí koně žili v oplocené ohradě o velikosti 200 ha, která byla později zvětšena na 380 ha. Lidská

péče byla povolena jen v případě nemoci a dokrmení v nepříznivých podmínkách, které nastaly v zimním období, kdy byla sněhová pokrývka příliš vysoká a zvířata se tak nemohla dostat k trávě. Ve sledovaném období vzrostla populace z 11 na 55 jedinců (Tatin a kol., 2008).

Tab. 11: Velikost populace koně Převalského ve Francii v letech 1994 až 2003 (Tatin a kol., 2008, zkráceno)

| Rok | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rozloha (ha) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 380 | 380 | 380 |
| Celková velikost populace | 13 | 16 | 18 | 23 | 30 | 35 | 40 | 43 | 47 | 55 |
| Počet narozených hříbat | 1 | 5 | 6 | 6 | 8 | 7 | 6 | 5 | 9 | 11 |
| Počet úmrtí do 1 roku | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 |

Během 9 let se ve Francii narodilo 65 hříbat, 11 z nich uhynulo. U každého byl zjišťován koeficient inbreedingu, průměr koeficientu u hříbat, která se nedožila 1 roku, byl 0,183. Hříbata, která se dožila jednoho a více let, byl průměrný koeficient inbreedingu 0,181 (Tatin a kol., 2008). Jak píše Ballou (1994), koeficient inbreedingu neměl žádný vliv na úmrtnost juvenilních zvířat (Ballou, 1994). Podle závěru francouzského výzkumu měla na rozmnožování koně Převalského nejvýraznější vliv rozloha jejich teritoria. Jak je z tabulky 11 patrné, po jeho zvýšení se porodnost zvýšila (Tatin a kol., 2008). Závislostí hustoty populací u různých druhů savců se zabývá celá řada autorů, například Fowler (1987), Sinclair (1989) nebo Gaillard (1998).

15 Závěr

V bakalářské práci bylo zpracováno téma koně Převalského. Snahou bylo vytvoření ucelené charakteristiky divokého koně, jeho záchrana v mezinárodním významu a problém reintrodukce, které je tématem důležitým i u jiných živočišných druhů.

V prvních osmi kapitolách byla shrnuta charakteristika koně Převalského, která byla zpracována do uceleného celku, který vznikl z řady publikací, které se touto problematikou zabývá. V další části byl popsán proces reintrodukce. Dnes je tomu více než dvacet let, kdy první divocí koně spatřili opět krajinu svých předků. Prvotní plány na reintrodukci, na které se měly podílet světové organizace a zoologické zahrady, ztroskotal. První transporty koní do volné přírody by nebyly uskutečněny bez podpory soukromých nadací, především nadace Ch. Oswalda a manželů Boumanových. Je to důkaz toho, že jsou stále lidé, kterým není záchrana ohrožených druhů lhostejná a i takový druh, který není širší veřejnosti znám, má naději na záchranu.

Poslední část práce se zabývala inbreedingem, neboli příbuzenským pářením. Je to téma velmi důležité a to z důvodu jeho negativních účinků na většinu druhů. V některých případech není možné zabránit inbreedingu v populaci. Například právě u koně Převalského, který byl na pokraji vyhubení a celá dnešní populace je potomky pouze deseti zakladatelů, nebylo možné zabránit příbuzenskému páření. Dnes je snaha vyhnout se příbuzenskému páření. Díky plemenné knize koně Převalského, která obsahuje rodokmeny všech koní, mají chovatelé možnost výběru partnerů, kteří nejsou v blízkém příbuzenském poměru. To dokazuje také podkapitola Inbreeding a kůň Převalského, kde jsou znázorněny grafy a vývoj koeficientů inbreedingu v populacích koně Převalského.

16 Summary

In the bachelor thesis was processed topic of Przewalski's horse. The aim was to develop a comprehensive characteristics of a wild horse rescue his international significance and the reintroduction of the problem, which is an important topic for other species.

In the first eight chapters were summarized characteristics of the Przewalski's horse, which was elaborated into a coherent whole, which arose from a series of publications that deal with this subject. The next section describes the process of reintroduction. Today it is more than twenty years since the first Broncos saw again the country of his ancestors. Initial plans for reintroduction to which they participate in global organizations and zoos, failed. The first transports horses to the wild would not be feasible without the support of private foundations, especially Foundation Ch. Oswald's and spouses Bouman's.

The last part is about inbreeding, or kinship mating. It is a very important issue due to its negative effects on most species. In some cases it is possible to prevent inbreeding in the population. For example, right at the Przewalski's horse, which was on the verge of extinction and the entire present population is descended from only ten founders, it was not possible to prevent relational mating. Today is the effort to avoid relational mating. Thanks studbook of Przewalski's horses, which includes all horse pedigrees, breeders have the choice of partners, who are in close kinship relationship. It also proves subchapter Inbreeding and Przewalski's horse, which are graphs and development coefficients of inbreeding in populations of Przewalski's horse.

17 Zdroje

BALLOU, J. (1994): Population biology. In Przewalski's horse: the history and biology of an endangered species: 93–114. Boyd, L. & Houpt, K.A. (Eds). New York: Suny Press.

BEZDÍČEK, J.; ŠUBRT, J.; FILIPČÍK, R. (2008): The effect of inbreeding on milk traits in Holstein cattle in the Czech Republic. Arch. Tierz., 51.

BEZDÍČEK, J.; STÁDNÍK, L.; MAKAREVICH, A.; KUBOVIČOVÁ, E.; LOUDA, F.; HEGEDÜŠOVÁ, Z.; HOLÁSEK, R.; BERAN, J.; NEJDLOVÁ, M. (2014): Effect of inbreeding on yield and quality of embryos recovered from superovulated Holstein cows, Turk J Vet Anim Sci. 38.

BOUMAN, J. (1986): Particulars about the Przewalski horse: Foundation for the Preservation and Protection of the Przewalski horse [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.treemail.nl/takh/downloads/booklet.pdf>

BOUMAN, I. (2000): The reintroduction of Przewalski's Horse in the Hustain Nuruu moutain steppe reserve in Mongolia; an integrated conservation development project. Gazella 27.

CASELL, B.G.; ADAMEC, V.; PEARSON, R.E. (2003a): Effect of incomplete pedigrees on estimates of inbreeding and inbreeding depression for days to first service and summit milk yield in Holsteins and Jerseys. J. Dairy Sci., 86.

CROQUET, C.; MAYERES, P.; GILLON, A.; VANDERICK, S.; GENGLER, N. (2006): Inbreeding Depression for Global and Partial Economic Indexes, Production, Type, and Functional Traits. J. Dairy Sci., 89.

EWART, J.C. (1907): On a hybrid between Prejvalsky's horse (*Equus prejvalskii*) and a highland pony. Abstr. in Nature 76. London.

FOWLER, C.W. (1987): A review of density dependence in populations of large mammals. In Current mammalogy: 401–441. Genoways, H. H. (Ed.). New York: Plenum.

GAILLARD, J.M.; FESTA-BIANCHET, M.; YOCCOZ, N.G. (1998): Population dynamics of large herbivores: variable recruitment with constant adult survival. Trends Ecol. Evol. 13.

GAO, S.J.; LI, Y.L. (1990): The Preliminary Observation of the Adaptability of Przewalski Horse penned in Tenneli Desert of Gansu Province. 5. Internat. Symposium zur Erhaltung des Przewalskipferdes. Zool. Garten, Leipzig.

GUNALI, A.P. (1933): Novyj gibríd – dikaja lošad' Prževalskogo x zebra. Trudy inst. gibríd. i aklim. Životnyh v Askanii-Nova.

HECK, H. (1967): Die Merkmale des Przewalskipferdes. Equus 1/2.

JAKUBEC, V.; BEZDÍČEK, J.; LOUDA, F. (2010): Selekce – inbríding – hybridizace. 1. vydání. Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Šumperk. ISBN 978-80-87144-22-0.

JAKUBEC, V.; LOUDA, F.; BEZDÍČEK, J. (2012): Šlechtění a management genetických zdrojů zvířat. 1. vydání. Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Rapotín. ISBN 978-80-87592-10-6.

KASANDRA, R.; KADLEČÍK, O. (2007): An economic impact of inbreeding in the purebred population of Pinzgau cattle in Slovakia on milk production traits. Czech J. Anim. Sci., 52.

KELLER, L.F.; ARCESE, P.; SMITH, J.N.; HOCHACHKA, W.M.; STEARNS, S.C. (1994): Selection against inbred song sparrows during a natural population bottleneck. Nature 372.

LOTSY, J. P. (1922): Die Aufarbeitung des Kühn'schen Kreuzungsmaterials im Institut für Tierzucht der Universität Halle. Genetica 4.

KŮS, E. (1991): VII. mezinárodní symposium na záchranu koně Převalského. Gazella 18, Praha.

KŮS, E. (2006): Zoologické zahrady a záchranu ohrožených druhů na příkladu koně Převalského (*Equus Przewalskii*). In: *Úloha botanických a zoologických zahrad při ochraně a reintrodukcii ohrožených druhů*. Ministerstvo životního prostředí, Praha. ISBN 80-7212-440-4.

KŮS, E. (2008): *Odborné články v časopise Trojský koník, kůň Převalského*. Vydává Zoologická zahrada hlavního města Prahy, ročník 2008b.

KŮS, E. (2012): Složitě cesty návratů. *Živa*, č. 3.

MAGIN, C.D.; JOHNSON, T.D.; GROOMBRIDGE, B.; JENKINS, M.; SMITH, H. (1994): Species extinctions, endangerment and captive breeding. In OLNEY, P. J. S.; MACE, G. M.; FEISTNER, A. T. C.; eds.: *Creative Conservation: Interactive management of wild and captive animals*. Chapman and Hall, London.

MEAGHER, S.; PENN, D.J.; POTTS, W.K. (2000): Male–male competition magnifies inbreeding depression in wild house mice. Proc. Nat. Acad. Sci. 7.

MIGLIOR, F.; BURNSIDE, E.B.; KENNEDY, B.W. (1995): Production Traits of Holstein Cattle– Estimation of Nonadditive Genetic Variance Components and Inbreeding Depression. J. Dairy Sci., 78.

MOHR, E. (1959): *Das Urwildpferd*. Die Neue Brehm-Bücherei. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

MOHR, E.; VOLF, J. (1984): *Das Urwildpferd*. Die Neue Brehm-Bücherei 249, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

- MOEHLMAN, P. (2002): Equids: zebras, asses and horses. Status survey and conservation action plan. Gland, Switzerland: IUCN.
- MOUSSEAU, T.A.; ROFF, D.A. (1987): Natural selection and heritability of fitness components. *Heredity* 59.
- PRINCÉE, F.P.G. (1998): The use of genome models in estimation of genetic variation and effects of social structures. PhD. Dissertation, University of Groningen, Netherlands.
- QUAAS, R.L. (1976): Computing the diagonal elements and inverse of a large numerator relationship matrix. *Biometrics* 32.
- SEAL, U.S.; FOOSE, T.; LACY, R.C.; ZIMMERMANN, W.; RYDER, O.; PRINCÉE, F. (1990): Przewalski horse *Equus przewalskii*. Global Conservation Plan Draft. CBSC, SSC, IUCN, Apple Valley, Minnesota.
- SCHERF, B.D. (1995): Developing the global inventory for poultry genetic resources. In: Proc. Third Global Conference on Conservation of Domestic Animal Genetic Resources. Queens University, Canada.
- SPEVAK, E.M.; BLUMER, E.; CORRELL, T.L. (1993): Species survival plan contributions to research and reintroduction of addax. *Int. Zoo Year* 32.
- ŠILER, R. a kol. (1965): Chov prasat. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- SINCLAIR, A.R.E. (1989). Population regulation in animals. In *Ecological concepts, the contribution of ecology to an understanding of the natural world: 221–225*. Cherrett, J. M. (Ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publishers.
- SMITH, L.A.; CASSELL, B.G.; PEARSON, R.E. (1998): The Effects of inbreeding on the lifetime performance of dairy cattle, *J. Dairy Sci.*, 81.
- TATIN, L.; King, S.R.B., MUNKHTUYA; B., HEWISON, A.J.M.; FEH, C. (2008): Demography of a socially natural herd of Przewalski's horses: an example of a small, closed population. *J Zool*, 277.
- THOMPSON, J.R.; EVERETT, R.W.; HAMMERSCHMIDT, N.L. (2000a): Effects of Inbreeding on Production and Survival in Holsteins, *J. Dairy Sci.*, 83.
- THOMPSON, J. R.; EVERETT, R. W.; WOLF, C. W. (2000b): Effects of Inbreeding on Production and Survival in Jerseys, *J. Dairy Sci.*, 83.
- TSCHERNER, W. (1999): Parasiten der Equiden im Tiepark Berlin-Friedrichsfelde. *EQUUS* 2/3.

- VOLF, J. (1958): Pour le sauvetage des chevaux de Przewalski (*Equus przewalskii* Poljakov 1881). *Mammalia* 22.
- VOLF, J. (1972): Po stopách koní. 1. vydání. Státní pedagogické nakladatelství, n. p., Praha.
- VOLF, J. (1992): Kříženci koně Převalského a domácího koně. *Gazella* 19, Praha.
- VOLF, J. (2002): Odysea divokých koní. 1. vydání. Academia, Praha. ISBN 80-200-0965-5.
- VOLF, J. (2008): *Odborné články v časopise Trojský koník*, kůň Převalského. Vydává Zoologická zahrada hlavního města Prahy, ročník 2008b.
- VOLF, J. (2009): Půlstoletí mezinárodní spolupráce na záchraně koně Převalského – směr: reintrodukce. In: *Equus*: Praha. Zoo Praha. ISBN: 978-80-85126-07-5.
- WOLC, A.; JOZWIAKOWSKA-NITKA, M.; SZABLEWSKI, P.; SZWACZKOWSKI, T. (2008): Inbreeding in captive bred Przewalski horses from local populations. *Folia Zool.*
- WRIGHT, S. (1922): Coefficients of inbreeding and relationship. *American Naturalist* 56.
- ZIMMERMANN, W.; BRABENDER, K.; KOLTER, L. (2009): A Przewalski Horse Population in Unique European Steppe Reserve - the Hortobágy Nationalpark in Hungary. In: *Equus*. Prague Zoo, Praha. ISBN 978-80-85126-07-5.
- Anonym 1 (2015): Návrat divokých koní [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/prevalaci/photos/pb.216997801654816.-2207520000.1430934734./909341615753761/?type=3&theater>