

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Domestikace malých přežvýkavců

Bakalářská práce

Anežka Pikhartová

Chov hospodářských zvířat

Vedoucí práce: Ing. Barbora Hofmanová, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Domestikace malých přežvýkavců" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Ing. Barboře Hofmanové, Ph.D. za pomoc s vypracováním práce, její rady i připomínky, které mi byly přínosem, ale hlavně za její vstřícnost a trpělivost.

Domestikace malých přežvýkavců

Souhrn

Tato práce se zabývala domestikací malých přežvýkavců, která probíhala zhruba v období 10500 až 10000 let před současností v oblasti Úrodného půlměsíce. Domestikace ovce domácí a kozy domácí však proběhla na více různých místech, a tím pádem i v jiných časových obdobích dle konkrétní události. U kozy jsou za domestikační oblasti považovány Anatolie zhruba 10500 let před současností a pohoří Zagros v období 9900 let před současností. U ovce se za oblast domestikace považuje pohoří Zagros v období 10800 let před současností a pohoří Taurus v období 10500 let před současností.

Mezi nejvíce diskutované možné předky ovce domácí patří divoké druhy archar, argali a ovce kruhorohá. Několik studií zaměřujících se na výzkum a porovnávání genomů s využitím různých genetických markerů označuje jako nejpravděpodobnějšího předka ovci kruhorohou. U kozy domácí jsou uváděni jako možní předci koza šrouborohá, koza bezoárová a kozorožec dagestánský. Na základě výsledků molekulárně genetických studií je nejčastěji za předka domácí kozy považována koza bezoárová.

Díky introgresi, hybridizaci a využívání divokých jedinců k páření se samicemi chovanými v lidské péči, je potvrzené přispění do genomu domestikovaných ovcí a koz i jinými divokými druhy. Toto přispění mohlo proběhnout v době před, během nebo i po domestikaci. Například od kozy šrouborohé je v genomu kozy domácí přítomen gen projevující se lepší imunitou vůči patogenům v trávicí soustavě. Tyto geny se do nedávno domestikované populace koz dostaly díky přenosu genů do populace bezoárových koz v době před domestikací. U ovcí došlo k podobné situaci, kdy po otcovské linii přes ovci kruhorohou přispěla ovce stepní.

Kozy a ovce byly využívány jako zdroj potravy a materiálu na výrobu kožených produktů. Postupem času pak tato zvířata sloužila i jako obětiny bohům, zdroj mléka, vlny či kožešiny.

Mezi domestikační změny, ke kterým během domestikace u malých přežvýkavců došlo, řadíme zkracování končetin, zmenšení velikosti celého těla, změnu pokryvu a barvy srsti. U ovčího rouna došlo k vymizení sezónního línání a ke zjemnění jednotlivých chlupů. Podstatnou změnu prodělaly i rohy, kdy se měnila jejich morfologie, velikost a případně úplně vymizely.

Klíčová slova: domestikace, fylogeneze, *Capra* sp., *Ovis* sp., plemena, mutace, selekce

Domestication of small ruminants

Summary

This bachelor thesis dealt with the domestication of small ruminants, which took place roughly between 10,500 and 10,000 years ago in the Fertile Crescent region. However, the domestication of domestic sheep and domestic goats took place in several places and thus also in other time periods according to a specific event. For the goat, the domestication areas are the Anatolia region approximately 10500 years BP and the Zagros Mountains in the period 9900 years BP. For sheep, the area of domestication is considered to be the Zagros Mountains in the period 10800 years before the present and the Taurus Mountains in the period 10500 years BP.

Among the most discussed possible ancestors of the domestic sheep are the archar, argali and asiatic mouflon. However, several studies focusing on the research and comparison of genomes through genetic markers point to the most likely ancestor in the form of the asiatic mouflon. For the domestic goat, possible ancestors are mentioned in the form of the *C. falconeri*, the bezoar goat and *C. cylindricornis*. In the same way as with the domestic sheep, studies focused on this issue indicate the bezoar goat as the closest ancestor.

Thanks to introgression, hybridization and the use of wild individuals the contribution to the genome is also confirmed through another species. This contribution could have taken place before, during or after domestication. For example, a gene showing better immunity to pathogens in the digestive system almost took hold in the goat's genome from the *C. falconeri*. These genes got into recently domesticated population as part of the gene transfer to the bezoar goat population in the time before domestication. A similar situation occurred with sheep, when the archar contributed along the paternal line through the asiatic mouflon.

Goats and sheep were used as a source of food and material for the production of leather products. Over time, these animals also served as offerings to the gods, a source of milk, wool or fur.

The domestication changes that occurred during domestication in small ruminants include the shortening of limbs and the reduction of the size of the whole body, the change of cover and coat color. In sheep's fleece, seasonal shedding has disappeared and individual hairs have become softer. The horns also underwent a significant change, when their morphology and size changed and eventually disappeared completely.

Keywords: domestication, phylogenesis, *Capra* sp., *Ovis* sp., breeds, mutation, selection

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce.....	8
3	Literární rešerše.....	9
3.1	Domestikace	9
3.1.1	Způsob domestikace	10
3.1.2	Důvody domestikace.....	11
3.1.2.1	Produkty živočišného původu	12
3.1.3	Předpoklady pro domestikaci.....	12
3.1.4	Období domestikace	13
3.1.5	Zdivočení	14
3.1.6	Selekce	15
3.1.7	Domestikační změny.....	15
3.1.7.1	Změny morfologické	16
3.1.7.2	Změny fyziologické	19
3.1.7.3	Změny etologické.....	20
3.2	Koza domácí	21
3.2.1	Divoké kozy a předek kozy domácí.....	21
3.2.1.1	Charakteristika kozy bezoárové	22
3.2.2	Domestikace koz.....	22
3.3	Ovce domácí.....	23
3.3.1	Divoké ovce a předek ovce domácí	23
3.3.2	Taxonomie rodu <i>Ovis</i>	24
3.3.2.1	Charakteristika ovce kruhorohé	25
3.3.3	Domestikace ovcí.....	25
3.4	Plemena a jejich dělení	27
3.4.1	Plemena koz.....	28
3.4.2	Plemena ovcí.....	31
4	Závěr	33
5	Literatura.....	34
6	Seznam obrázků	41
7	Seznam tabulek	41

1 Úvod

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout dosavadní poznatky týkající se domestikace kozy domácí a ovce domácí.

Ovce a koza domácí jsou celosvětově rozšířenými druhy domácích zvířat těšící se stále větší oblibě ve vyspělých i v rozvojových zemích. Díky své adaptabilitě je možné ovce a kozy využívat ve všech typech podnebí a nadmořských výškách. V posledních letech se chov ovcí a koz stává i hobby záležitostí díky velké variabilitě plemen a nízké náročnosti některých plemen na chov. Kozí mléko a produkty z něj jsou společností stále více vyhledávány (Rai et al. 2022), neboť bývají často ekologického původu a z menších farem. Právě ekologické produkty a menší podniky jsou v posledních letech spotřebiteli stále více vyhledávány. Ovčí vlna zejména jemnovlnná se těší vyšší oblibě pro své izolační, hypoalergenní a antibakteriální vlastnosti.

Domestikace byla a je jedním z velkých kroků ve vývoji lidstva, díky které se mohl náš druh dostat na dnešní úroveň. Je tedy na místě tento jev náležitě a dostatečně pochopit, abychom i nadále byli schopni tohoto jevu využívat ve svůj prospěch. Porozumění principům a změnám, ke kterým dochází během domestikace je nutné pro správný chov domestikovaných zvířat z pohledu naplnění všech potřeb zvířat, ekonomické efektivnosti, zajištění dostatečné produkce a zajištění správné welfare, na kterou je stále kladen větší důraz. Zejména nutné je porozumění etologickým změnám z pohledu welfare stejně jako znalost předka pro pochopení potřeb projevu přirozeného chování.

V této bakalářské práci se pro zjištění všech skutečností, ke kterým došlo od začátku domestikace do současnosti, bude využívat molekulárně genetických metod, které nám mohou při jejich správném pochopení zodpovědět všechny naše otázky. Jednou z otázek bude období domestikace ovce a kozy, které se datuje mezi 10000 až 10500 lety před současností (Vigne et al. 2011) a jeho bližší specifikace dle konkrétní domestikací oblasti. Druhou velkou otázkou této rešerše bude na kterém místě a z které divoké populace došlo k domestikaci daného druhu. Oblast Úrodného půlměsíce, která se obecně uvádí (Meadows et al. 2007), je širší pojem pro oblasti do ní spadající. V návaznosti na starší studie zabývající se předchůdcem *C. hircus* a *O. aries*, kteří uváděli několik předchůdců (Ryder 1964), se práce zaměří i na objasnění původu těchto domestikovaných druhů a shrnutí poznatků v této oblasti.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo vytvořit aktuální vědeckou rešerši na téma domestikace malých přežvýkavců. Práce ve své první části měla za úkol přinést aktuální poznatky o domestikaci. O její definici, důvodech, průběhu i o změnách, ke kterým dochází v návaznosti na tento jev. Tyto znalosti byly doplněny o konkrétní poznatky týkající se malých přežvýkavců pro přiblížení se dnešnímu stavu a případně vzhledu těchto vybraných druhů.

Druhá část byla zaměřena na samotnou domestikaci kozy domácí a posléze i ovce domácí. U obou druhů proto byla zpracována problematika zabývající se divokými příbuznými, kteří mohli stát na počátku domestikace a případně jejich přispění během tohoto procesu. Další rozebranou problematikou byla oblast domestikace a období, během kterého k domestikaci došlo. Posledním tématem bylo přiblížení vývoje plemen, tak jak je známe dnes.

3 Literární rešerše

3.1 Domestikace

Definice domestikace není jednoznačná. Ačkoliv se jedná o podstatný jev v historii lidstva, na jasné definici se nelze jednoznačně shodnout (Zeder 2015). Je velmi těžké najít teorii, která bude nezaměnitelně aplikovatelná na všechny již domestikované druhy napříč živočišnou i rostlinnou říší.

V první části definice se jedná o vztah mezi domestikovaným druhem a druhem který tento druh domestikuje tedy domestikátorem, člověkem. Nahlíží se na tento jev jako na mutualistický vztah, ze kterého profitují obě strany (O'Connor 1997). Jedním z dalších základních kritérií je oddělení jedinců daného druhu od divoké populace a ovládnutí všech aspektů jeho života (Ervynck et al. 2001). Dalším kritériem je genetická změna, projevující se jako fenotypové změny, ke kterým během procesu dochází (Fuller et al. 2010). Dle definice je možné rozpoznat domestikovaný druh od druhu, který není domestikovaný, ačkoliv je dlouhodobě držen v zajetí člověkem a do jisté míry řízen jeho chov. Držení druhu v zajetí a ovlivňování jejich přirozeného chování je základním aspektem procesu domestikace, který při správném postupu může vést k domestikaci druhu. Pomyslným krokem mezi těmito fázemi je genetická změna zprostředkovaná náhodnými mutacemi, které se v populaci udržely díky umělé selekci člověkem, čímž umožnili adaptaci na změny.

Z poznatků výše uvedených plyne, že definice domestikace může znít: „*Domestikace je nepřetržitý proces trvajících několik generací založený na vzájemném vztahu, kdy člověk má větší vliv nad druhým druhem než naopak. Tento vztah je zpravidla mutualistický, kdy větší profit je na straně člověka s přesným cílem zisku*“ (Zeder 2015, překlad autora).

Tato definice nebere v potaz genetické změny a adaptaci druhu na změny podmínek. Právě adaptace je důležitou součástí domestikačního procesu. Proto je možné definovat domestikaci jako proces, ve kterém se druh, ať už rostlinný nebo živočišný, adaptuje na společnost člověka a život v jeho prostředí (Price 1984). Díky schopnosti adaptace pak dochází ke změnám umožňujícím reagovat na změny podmínek nejen těch vytvořených člověkem. Tyto změny se dějí postupně za celé generace držení a ovlivňování druhu člověkem (Price 1984).

Zima (2019) uvádí, že domestikační proces neovlivňuje pouze domestikovaný druh, ale i domestikující druh, tedy člověka. Příkladem takové změny je laktázová perzistence u dospělých osob, která byla v neolitické době spíše vzácná a docházelo k její selekci spíše v oblastech, kde docházelo k získávání mléka (Itan et al. 2009). Hlavním dopadem na člověka jsou kulturní změny. Do kulturních změn spadá změna způsobu života, ale i hierarchie v lidské populaci nebo lidské myšlení s novou nadřazeností nad zvířaty a rostlinami (Zeder 2012).

Dle Vigne (2011) je domestikace procesem, kde se postupně zintenzivňují vztahy mezi lidskou společností a zvířaty. Mezi zintenzivňováním vztahů a domestikačním procesem je přímá úměrnost. Při tomto vývoji pak dochází ke změnám vztahů, a to od antofilních a komensálních vztahů přes kontrolu zvířat v divočině a posléze zajetí po cílené rozmnožování, kde konečným výsledkem může být domestikace na úrovni domácích mazlíčků.

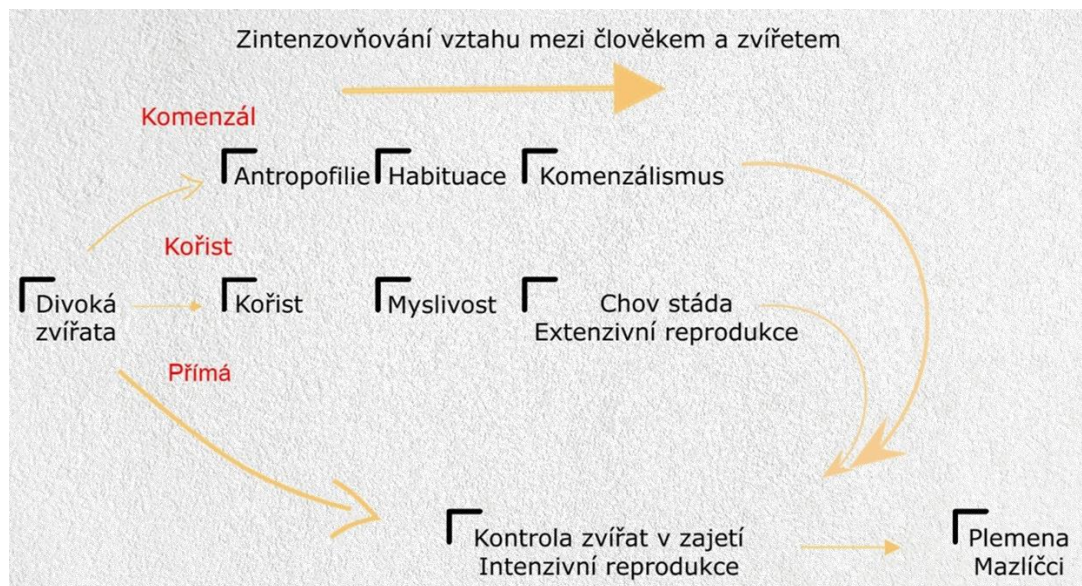
I přes všechny vědecké poznatky nelze určit od jakého okamžiku můžeme v daném procesu o domestikaci hovořit. Částečně je na vině kontinuita a převážně kulturní a národní rozdíly ve vymezení konceptu domestikace (Descola 2005). Stejně jako nemůžeme stanovit

domestikaci u druhu jako dokončenou, neboť se jedná o proces stále probíhající (Larson & Burger 2013), kdy při přerušení vlivu člověka dochází ke zdivočení populace.

3.1.1 Způsob domestikace

Dle Zeder (2012) je vícero možných způsobů domestikace, jako jsou cesta přes komenzálismus, cesta kořisti nebo přímá cesta. Vigne (2011) uvádí model s jednotlivými milníky, podle intenzity vztahu, mezi které patří: antropofilie, komenzálismus, kontrola v divočině, kontrola zajatých jedinců, extenzivní a intenzivní rozmnožování a konečným milníkem přeměna v domácí mazlíčky.

Propojení těchto dvou modelů lze znázornit na Obrázku 1 (Larson & Burger 2013).



Obrázek 1 Propojení modelu domestikacních cest a intenzity vztahu (Larson & Burger 2013)

Komenzální cesta je proces domestikace, který na svém počátku nevyžaduje odchyt ani držení či ochočování zvířat v zajetí člověka. Zvířecí druh se sám dostává do kontaktu s člověkem, kde využívá jeho blízkost ve svůj prospěch. Názorným příkladem je domestikace psa domácího (*Canis lupus f. familiaris* Linnaeus, 1758) z vlka obecného (*Canis lupus* Linnaeus, 1758) (Lindblad-Toh et al. 2005) jenž je ukázkovým příkladem komenzální cesty a zároveň jediným druhem domestikovaným před změnou lidí z kočovníků na zemědělce (Larson & Fuller 2014). Vlk stejně jako prase divoké (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) byly zpočátku přitahováni odpadem z potravy, než využili možnosti vztahu s člověkem pro získání potravy a nalezení bezpečí před jinými predátory (Price & Hongo 2020). Pouze ti méně agresivní a více krotcí vlci byli schopni takového soužití a využívání například odpadu z potravy či jiných zvířat benefitujících v lidském okolí. Tito vlci následně prosperovali a byli tak více schopni další reprodukce nadále vychovávající potomstvo, které se stejně jako jejich rodiče báli lidské blízkosti méně a méně.

Druhy domestikované tímto způsobem se postupně ze zcela divokých samy přizpůsobily k životu poblíž člověka a posléze k životu po jeho boku (Larson & Fuller 2014). V takovém bodě byl pak možný lidský zásah snazší i u druhů, jenž nemají nejvhodnější předpoklady

k domestikaci, jako je teritoriální masožravý vlk. Obdobným způsobem můžeme vnímat synantropní druhy, které však nejsou domestikovány.

Druhou cestou byla cesta kořisti. Na rozdíl od zvířat, které z blízkosti člověka mohly profitovat, tato zvířata byla naopak člověkem lovena. Tyto druhy byly nejčastěji střední až velcí býložravci (Larson & Fuller 2014). S vývojem lidských znalostí a s potřebou zachovat zdroj potravy docházelo ke změnám v chování člověka. Lidé upřednostňovali zabíjení samců a ponechání samic v přírodě k následné přirozené reprodukci (Zeder 2012). Dle Marom & Bar-Oz (2013) podle historických nálezů na území Izraele byly populace krav (*Bos* spp. Linnaeus, 1758) a prasat ohroženy, než došlo k jejich domestikaci. Tato studie tedy poukazuje na fakt, že kvůli intenzivnímu zabíjení těchto zvířat došlo v chování člověka ke změnám vedoucím v konečném důsledku k domestikaci. Každý krok tímto směrem nemusel být přímo domestikačním účelem, ale například potřeba zachovat zdroj potravy (Larson & Fuller 2014). Touto cestou se předpokládá domestikace ovce domácí (*Ovis orientalis* f. *aries* Linnaeus, 1758) a kozy domácí (*Capra eagagrus* f. *hircus* Linnaeus, 1758) v Západní eurasii až 10000 let před současností (Vigne et al. 2011). Domestikace lamy krotké (*Lama guanicoe* f. *glama* Linnaeus, 1758) a alpaka (*Lama guanicoe* f. *pacos* Linnaeus, 1758) proběhla stejným způsobem (Larson & Fuller 2014).

Poslední přímou cestou se označuje cílená domestikace člověkem, který již věděl, co a proč dělá. Často docházelo k takovým domestikacím již na místě, kde byl předtím domestikován jiný druh. Osel domácí (*Equus africanus* f. *asinus* Linnaeus, 1758) byl domestikován jižně od Úrodného půlměsíce (Marshall & Weissbrod 2011) a kůň domácí (*Equus ferus* f. *caballus* Linnaeus, 1758) v Kazachstánu zhruba 5500 let před současností (Outram et al. 2009) a taktéž na Pyrenejském poloostrově mezi lety 5000-4001 let před současností (Lira et al. 2010). Tato zvířata byla využívána na efektivnější přepravu lidí i materiálu. Vedle velkých zvířat se využila i možnost domestikace malých zvířat na maso jako je králík domácí (*Oryctolagus cuniculus* f. *domestica* Linnaeus, 1758). Doposud využíváme jako zdroj masa husy domácí (*Anser anser* f. *domestica* Linnaeus, 1758), kachny domácí (*Anas platyrhynchos* f. *domestica* Linnaeus, 1758) nebo králíky.

3.1.2 Důvody domestikace

Důvody domestikace se mohou u jednotlivých druhů lišit. Stejně jako se liší, zda byl proces zpočátku cílený, nebo náhodný.

U komenzální cesty nemůžeme hovořit o důvodech domestikace, neboť nebyla cílená a možnosti profitování z takového vztahu se vyskytly až v průběhu tohoto jevu. U této cesty je lepší využít pojem využití domestikace, kde například u psa bylo využití jako pomocníka k lovu a strážce lidského okolí (Braastad & Bakken 2002) namísto přirozeného konkurenta v potravinové pyramidě (Scott & Fuller 1974).

U cesty kořisti jsou důvody patrné již z názvu, tedy zvířecí produkty získávané ať už od živých, či usmrčených zvířat.

Přímá cesta je z pohledu důvodů velmi variabilní.

Obecně se důvody různí dle oblasti, kultury i období. Za hlavní důvody však považujeme zvířecí produkty, společnost po boku člověka nebo potřeba vědeckého zkoumání či kulturní a sportovní využití (Price 2002). Zlatá rybka, která se stala symbolem císařské rodiny vládnoucí

v letech 960-127, byla přibližně v těchto letech domestikována a chována v okrasných vodních zahradách (Chen 1956). Tento druh karase zlatého (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) je tedy názorným příkladem domestikace pro lidské potěšení. Naopak kvůli potřebě vědeckého výzkumu došlo k domestikaci *Drosophila* spp. (Fallén, 1823) (Price 2002).

3.1.2.1 Produkty živočišného původu

Mezi hlavní živočišné produkty řadíme maso, mléko, srst (případně peří) a kůži. Držení a rozmnožování zvířat přinášelo benefity lidským populacím jako stabilní zdroj mléka a masa. Kromě hlavních produktů docházelo k získávání i vedlejších produktů, mezi které řadíme například vnitřnosti, lanolin, krev, lůj či rohy. U ovcí za hlavní produkty dnes považujeme maso a vlnu, u koz pak maso a mléko. Hlavním produktem ovcí bylo maso. Vlna byla nalezena v textilních materiálech v rané době bronzové a bílá vlna pak v době železné (Ryder 1984). Prvním samostatným plemenem v Evropě, Asii i Austrálii bylo pravděpodobně merino v době pozdního středověku (Ciani et al. 2015). Důkazy o existenci jemnovlnného plemena španělského původu se datují okolo třináctého století. Historicky byla u koz velmi významná jejich kůže, která měla širokou škálu využití. Kozí kůže byla využívána na stany, závěsy, sandály či štíty pro armádu. Kozy byly také často používány jako obětiny napříč náboženstvími (Luikart et al. 2006).

3.1.3 Předpoklady pro domestikaci

Domestikace není jednoduchým jevem, a ne každý druh ať už rostlinný, či zvířecí je možno domestikovat. Z tohoto důvodu se bavíme o předpokladech k domestikaci. Předpoklady jsou vlastnosti zvířat ulehčující a případně umožňující domestikaci. Předpoklady se dají rozlišit do pěti okruhů. První okruh rozlišuje sociální uskupení zejména organizaci a velikost skupin. Druhou oblastí je sexuální chování s důrazem na míru vybíravosti sexuálního partnera a schopností přijmout partnera vybraného. Třetí okruh je vztah mezi rodičem a mládětem. Potravní chování a výběr vhodného životního prostředí je dalším důležitým okruhem. Poslední oblastí pak reaktivnost na člověka a změnu prostředí (Zeder 2012).

Právě tento poslední okruh vlastností můžeme považovat jako podstatnou podmínku a zároveň jako první výběrové vlastnosti v prvotním období (Zeder 2012).

Jednotlivé názvy okruhů a dané vlastnosti jsou vyobrazeny v Tabulce 1. Jednou z důležitých vlastností druhu vhodného pro domestikaci je míra sociálního života daného druhu. Více sociální zvířata jsou vhodnější k domestikaci oproti zvířatům nesociálním. Sociální uskupení s hierarchií, kde člověk dokáže zaujmout dominantní postavení, usnadní následnou manipulaci se zvířaty. Jedním z důvodů, proč byla v době neolitu vybrána zrovna ovce místo například jelenovitých, je sociální uskupení, ve kterém celé stádo následuje jednoho dominantního jedince svého vůdce (Geist 1971). Dalším předpokladem je pak velká rozmanitost potravy či její odlišné složení oproti člověku. Druh, který není člověk schopný nakrmit, nemá člověk možnost v první řadě chovat, natož se jej snažit rozmnožovat v zajetí. V neposlední řadě je pak ideální druh s prekociálními mláďaty, kdy je možné mláďata odebírat od samic v brzkém věku. U reprodukce je důležité sexuální chování z pohledu tvoření rodičovských párů. Za nevhodné můžeme považovat druhy s celoživotními partnery, naopak harémové s jedním samcem na

skupinu samic je pro cílené rozmnožování ideální, neboť poskytuje člověku možnost kontrolovat rozmnožování populace (Price 2002).

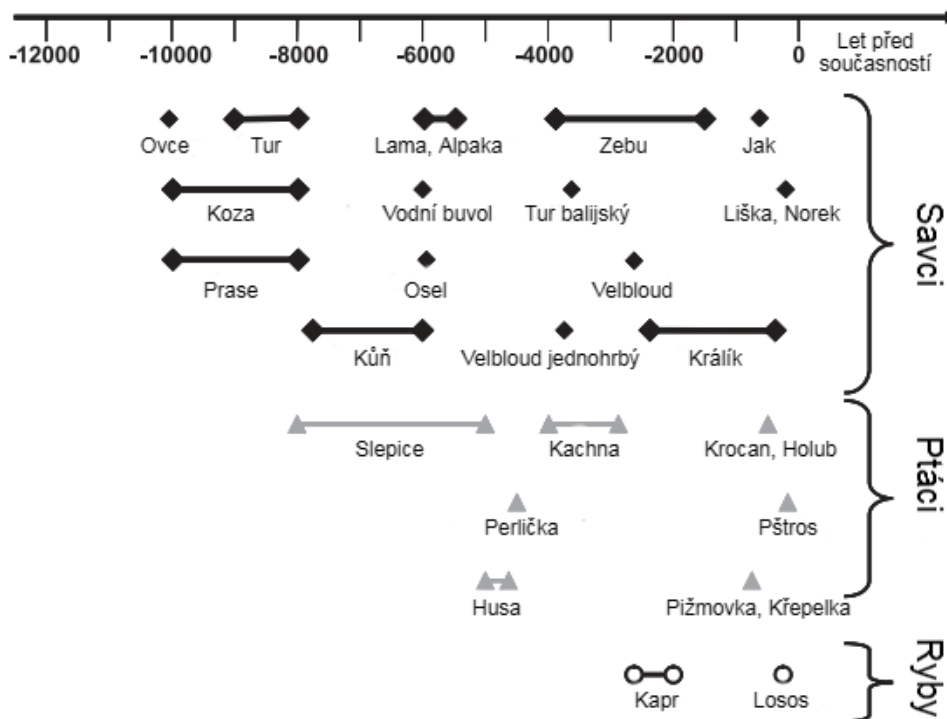
Tabulka 1 Přehled vhodných a nevhodných vlastností (Hale 1969, Price 1984, 2002)

Vhodné vlastnosti	Nevhodné vlastnosti
Sociální struktura populace Velké skupiny s hierarchií Oboupohlavní skupiny	Rodinné skupiny ve svém teritoriu Skupiny dle pohlaví
Sexuální chování Promiskuitní Dominantní samec Viditelné znaky říje	Monogamní Dominantní samice Znaky říje nejsou na první pohled vidět
Vztah mezi rodičem a potomkem Druhovité vazby pomocí imprintingu Prekociální mláďata Přijmutí mláďat ihned po porodu	Druhovité vazby dle specifčnosti druhu Altriciální mláďata Přijmutí mláďat dle specifčnosti druhu
Potravní chování a výběr životního prostředí Všežravci Široký rozptyl vhodných prostředí Nevyhledávají úkryt	Specifické potravní návyky Úzký variační rozptyl prostředí Vyhledávají úkryt
Reakce vůči člověku Reakce na krátkou vzdálenost Malá reaktivnost na podněty Přirozená zvědavost Snadno navyknutelní na změny prostředí Limitovaná obratnost	Reakce na velkou vzdálenost Velká reaktivnost na podněty Vysoce obezřetní k prostředí Nevyhovující adaptabilita na změny v prostředí Vysoká obratnost

Vzhledem k pokroku, ke kterému v chovu zvířat dochází (možnost umělého oplodnění, vysoce specializované krmné dávky i asistence při páření), nejsou některé vlastnosti, které byly dříve požadovány pro domestikaci, dnes nutné (Siegel 1975).

3.1.4 Období domestikace

Domestikace druhů je procesem starým tisíce let, který stále pokračuje. Pes je prvním domestikovaným zvířecím druhem, u kterého se za domestikační období považuje 15000 až 10000 let př.n.l. (Brisbin & Risch 1997). Dle Jensen (2002) můžeme období domestikace rozdělit do dvou vln. Ve spojitosti s první vlnou hovoříme o hospodářských zvířatech spolu se psem a koněm. Druhá vlna je záležitost poměrně mladá v řádech staletí. Domestikaci v této vlně považujeme za kompletně kontrolovanou dle lidských potřeb a přání. V této druhé vlně nemusí zvířata splňovat kritéria nutná pro vhodnost k domestikaci. Například norek je teritoriální a samotářské zvíře a lišky tvoří silná pouta s partnery. Těmito druhy jsou často kožešinová a laboratorní zvířata nebo nové druhy vhodné na masnou produkci jako je například losos. Na Obrázku 2 je znázorněna časová osa s obdobími domestikace jednotlivých druhů.



Obrázek 2 Časová osa domestikace (převzato z Mignon-Grasteau et al 2005)

Domestikace malých přežvýkavců (ovcí a koz) proběhla v podobném časovém rozpětí i v obdobných oblastech. Obecně se jejich domestikace datuje od 10500 let před současností v oblasti Úrodného Půlměsíce a jeho okolí. Odtud se poté domestikovaná zvířata postupně a nárazově šířila do zbytku světa. Šíření zvířat do dalších oblastí bylo následkem migrace lidí (Colli et al. 2018).

Do střední Evropy se zvířata dostala Dunajskou cestou, další cestou byla cesta severně od Středozemního moře a do Afriky se zvířata dostala po jižní Středozemní cestě (Alberto et al. 2018). Do severní a západní Evropy se z kozy dostaly kolem 5000 let před současností (Gkiasta et al. 2015) stejně jako do jižní Afriky a východně do Asie (Pereira et al. 2009). V severní Africe nálezy dokazují přítomnost domestikovaných koz mezi 6000 a 7000 lety před současností (Hassan 1999). V Číně byly důkazy o přítomnosti domestikovaných koz datovány zhruba 4500 let před současností (Jing et al. 2008). Do Ameriky a Oceánie se kozy dostaly díky zámořským plavbám mezi 15. a 18. stoletím (Porter 1996).

3.1.5 Zdivočení

Znaky domestikace jsou nejen silné a trvalé, ale dalo by se tvrdit i nezvratné (Zeder 2012). Při volném způsobu života zvířat domestikovaných druhů bez vlivu člověka je i nadále pozorováno chování jako před zdivočením. Ačkoliv mohou zvířata nabýt některých znaků divokých zvířat, jiné zůstávají neměnné. Například zmenšení velikosti mozku zůstává u zdivočených populací stejné, nebo se jen nepatrně zmírňuje.

O zdivočených zvířatech se bavíme v souvislosti s domestikovanými populacemi, které nejsou pod přímým vlivem člověka. Na tato zvířata tedy nepůsobí selekční tlak člověka ani člověkem vytvořeného prostředí (Price 2002). Někdy se na taková zvířata odkazuje i v případě, že nepodstoupí socializaci s člověkem a vykazují známky neochočených jedinců.

Zdivočení napomáhá hybridizace mezi domestikovanou a divokou formou. Ačkoliv tito jedinci nebudou vynikat ani v jednom prostředí, pravděpodobně přežijí a budou se nadále rozmnožovat (Price 2002).

Některé zdivočelé populace byly úmyslně vypuštěny do přírody za účelem vytvoření živých potravinových zdrojů jiné naopak s rekreačním úmyslem. Jiným případem je pak únik zvířat a vytvoření populace mimo kontrolu člověka (Price 2002). Neposledním důvodem je odstoupení od domestikačního procesu.

Kapitán Cook při svém objevování Pacifiku na konci 18. století vysadil kozy na území Nového Zélandu a Hawaii právě jako jednou možný zdroj potravy. Admirál Perry zase na ostrovech blízko Japonska (Mason 1984).

Často se zvířata odchovaná člověkem úmyslně vypouštějí do přírody za účelem obnovení populace zvířat v určité lokalitě. V takovém případě se jedná o nedomestikované nebo částečně domestikované druhy. U těchto jedinců se do vypuštění dbá na co největší přiblížení se životu v přírodě, aby nedošlo k navyknutí jedinců na člověka. Se zdivočelými zvířaty mají společnou minulost s člověkem, ale nejedná se o zdivočení (Price 2002).

3.1.6 Selekcce

V průběhu domestikace zvířat docházelo k selekci zvířat, byť to mohlo být zpočátku nevědomé.

Podle Darwina (1868) existuje kromě přírodní selekce i selekce umělá. Tato umělá selekce je zprostředkovávána člověkem a dále ji lze dělit na metodickou selekci a na selekci nevědomou. Cílená metodická selekce má přesné cíle a metody postupu k získání očekávaných výsledků. Selekcce nevědomá existuje kvůli přesunutí populace z původního prostředí do člověkem vytvořených nových podmínek. Díky takové podstatné změně došlo ke změně důležitosti vlastností potřebných k přežití a k selekci nových vlastností vhodných do takto vzniklého nového prostředí dnes spadajících pod domestikační syndrom (Zohary et al. 1998). Domestikační syndrom je souhrn změn vlastností, ke kterým dochází v rámci domestikace.

Pro porozumění této problematiky je důležité pochopit důležité vlastnosti a jejich význam pro existenci u divokých zvířat. Po vytržení těchto divokých zvířat z jejich přirozeného prostředí byly tyto vlastnosti, do té doby v přírodě tvrdě selektovány přirozenou selekcí, u zvířat nepotřebné a jedinci bez nich byli stále schopni přežít a zařadit se do reprodukce. Mezi hlavní aspekty přirozeného prostředí řadíme tlak predátorů se schopností obrany a útěku, klimatické podmínky, potravní podmínky a hierarchie mezi samci v období páření. Vytržením zvířat z jejich přirozeného prostředí dochází k narušení některých těchto přirozených procesů selekce a v konečném důsledku k přispění vzniku domestikačních změn.

3.1.7 Domestikační změny

Tyto modifikace se dějí z různých důvodů. Prvním důvodem jsou hormonální změny například ze stresu v zajetí, či změnou enviromentálních podmínek (Zohary et al. 1998; Arbuckle 2005). Dalším důvodem pak epigenetické a vývojové změny. V neposlední řadě pak i náhodné mutace, které byly danou selekcí v chovu ponechány. Základním stavebním kamenem těchto změn je jejich dědičnost.

Charles Darwin se ve své publikaci O původu druhů (1859) tímto tématem zabýval. Zatímco Darwin v době vydání své knihy mohl vycházet pouze z dosavadních poznatků a sběru dat od chovatelů, v současnosti díky genetice dokážeme vyplnit mezery v Darwinových teoriích.

Ačkoliv víme, že ke změnám v závislosti na domestikaci došlo, nevíme přesně kdy, v jaké míře a jak začaly (Trut et al 2009). Z tohoto důvodu vznikl v roce 1959 Belyaevův projekt s liškami obecnými (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) V projektu poté pokračovala Lyudmila Trut a za stejných podmínek dokázala, že tyto změny mohou nastat relativně rychle u vícero druhů. Z výsledků těchto experimentů můžeme hodnotit průběh a počet změn v jednotlivých generacích, což nám umožňuje cenný náhled do domestikačního procesu.

Některé domestikační znaky můžeme rozpoznat u zvířat již na první pohled. Mnoho domestikovaných druhů je více variabilních po stránce fenotypu než jejich divocí příbuzní. Tato odlišnost může být způsobena neuniformními podmínkami, kdy na každém místě docházelo k chovu za jiných podmínek nejen klimatických (Darwin 1859). Toto však není jediný důvod fenotypové variability. Někdy je variabilita chovatelským, jinak řečeno šlechtitelským úmyslem.

3.1.7.1 Změny morfologické

Domestikace koz a jejich rozšíření po světě má za následek několik morfologických změn jako třeba změny rohů nebo uší, které byly způsobeny úmyslnou selekcí spolu s genetickým driftem a izolací od jiných populací (Amills et al. 2017).

Jednou z vlastností, podle kterých se určuje, jestli hovoříme o domestikaci, je i porovnávání velikosti kosterních nálezů vůči kosterním nálezům divokých zvířat. U ovcí a koz jsou jiné původní rozměry, ale vzorce změny velikosti jsou u obou druhů stejné (Alberto et al. 2018). Při domestikaci dochází ke zmenšování celého tělesného rámce, zatímco divoká zvířata si velikost ponechávají, nebo naopak zvětšují. Během dvou posledních tisíciletí se tato skutečnost změnila. Divoké druhy svou velikost ztrácejí, a naopak cíleným šlechtěním domácí zvířata získávají na velikosti (Alberto et al. 2018).

Díky kontrole stád došlo ke změně oblastí, ve kterých ovce a kozy vyhledávaly zdroj potravy a vody. Přirozené pastevní návyky zvířat byly narušeny. Přirozené prostředí, které je divokými zvířaty upřednostňováno kvůli ochraně před predátory, nebylo vhodné z pohledu člověka. Díky lidské ochraně tak mohla zvířata přebývat v oblastech, kde byl jinak vysoký predátorský tlak. Kromě změny prostředí došlo i ke zmenšení pohyblivosti stád kvůli efektivnější kontrole člověkem. Tyto restriktce se projeví jako změny končetin, zejména jejich zkracování. Sledovatelné a nezaměnitelné důkazy domestikace jsou u kosterních nálezů například zkrácení končetin (Rocha et al. 2011). Dalším projevem byla i redukce svalů a menší výsledná robustnost zvířat. Tyto změny byly zaznamenány na archeologických nalezištích v oblasti Úrodného půlměsíce (Bar Yosef & Meadow 1995). Větší velikost těla a celková obratnost již nebyla vlastnost nutná k přežití a jedinci s krátkými končetinami a malou velikostí byli schopni přežít (Tchernov & Horwitz 1991).

Zmenšení mozku často souvisí se zmenšením lebky jako například u prasete, kde došlo ke zmenšení při selekci na jiný parametr (Dinu 2009). Při výběru zvířat na krotkost došlo ke zmenšení horní i dolní čelisti v případě lišky, potkana (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769)

i norka (*Mustela lutreola* Linnaeus, 1761) (Trut et al. 2009). Změna predátorského tlaku ovlivnila i chování, kdy zvířata nebyla nucena udržovat si vysoký přehled o svém okolí a snížila se i agrese, což vedlo ke snížení velikosti mozku (Hemmer 1990).

Zmenšení mozku u domestikovaného prasete domácího (*Sus scrofa* f. *domestica* Linnaeus, 1758) je zhruba 35 % oproti divokému praseti zhruba o stejné velikosti (Kruska 2005). Zmenšení mozku není u všech zvířat stejné stejně jako není zmenšení rovnoměrné. Zatímco u koně je to o zhruba 16 %, u laboratorních myší (*Mus musculus* Linnaeus, 1758) k redukci nedošlo (Kruska 2005). Vliv doby ovlivňování člověkem nemá přímou úměrnost na redukci mozku (Zeder 2012). Zatímco u ovce domestikované zhruba před 10000 lety je redukce 20 %, u norka domestikovaného v posledních staletích je redukce stejná (Kruska 1996). Nejvíce zredukovaná část mozku je oblast zabývající se limbickým systémem, kde u ovcí, prasat a psů došlo k redukci o více než 40 % (Kruska 1988). Zmenšením právě těchto oblastí jako je hypothalamus a hypofýza, které regulují endokrinní funkce a vegetativní nervový systém došlo k ovlivnění chování jako je agrese, opatrnost a reaktivnost na stres. Zmenšení mozku a konkrétně těchto oblastí může být přímo spojováno se zvýšením prahu pro projevení agrese, strachu nebo útěku. Vyšší práh stresu je vysoce adaptační vlastnost potřebná pro domestikaci (Price 2002). V přírodě je nízký práh potřebný k přežití naopak v zajetí nízký práh vede k méně úspěšné reprodukci, zhoršení zdravotního stavu či dokonce ke smrti jedince (Price 2002).

Trut (2004, 2009) ve svém výzkumu uvádí změnu zbarvení jako jednu z prvních změn, ke které u lišek, potkanů a norků při selekci na krotkost došlo. Další výzkum Trut et.al. (2009) uvádí, že v případě těchto zvířat došlo k nepravidelnému výskytu bílých skvrn v oblastech jako je konec ocasu, pod krkem, nad očima nebo distální části končetin. Masožraví predátoři vyvíjeli velký tlak na divoká zvířata. Tento tlak se projevoval v maskovací barvě, tvaru a velikosti těla a chování. Hemmer (1990) zmiňuje vznik nespočtu barevných variant v kontrastu s obranným mechanismem barvy divokých zvířat jako důsledek snížení tlaku predátorů.

Při srovnání nedomestikovaných předchůdců a domestikovaných zvířat nás barevné změny upoutají na první pohled. U divokých zvířat máme jistou uniformitu v rámci druhu. Rozdíly v barvě u divokých druhů jsou založeny na pohlaví a věku (Nowak 1999). Genetickými změnami u koz se zabývali Dong et al. (2015), kteří se v rámci svého výzkumu zaměřili mimo jiné i na barvu srsti. U domestikovaných forem se tato uniformita často vztahuje pouze na jedince v rámci plemene. Napříč plemeny, případně hybridy, je vysoká variabilita barev a vzorů zbarvení. Ovce kruhorohá (*Ovis Orientalis* Gmelin, 1774) má zbarvení hnědočerné se světlým břichem a distálními konci končetin, světlým zbarvením okolo mulce a světlou skvrnou na bocích. V porovnání s ovcí domácí je barvou nejpodobnější, byť vzdáleně, ovce kamerunská. Většina ostatních plemen je již na první pohled značně odlišná například kvůli selekci na bílou vlnu. U ovcí je velmi častá bílá barva po celém těle jako je například plemeno merino či šumavská ovce. Koza bezoárová (*Capra aegagrus* Erxleben, 1777) je z převážné části hnědá s tmavým zbarvením na hlavě, zádech a lopatce. Břicho je světlé. Plemena kozy domácí jsou často celá bílá (bílá krátkosrstá, kašmírová koza), či hnědá s černou (hnědá krátkosrstá, alpinská koza), či bílá s kombinací jiné barvy (búrská a walliserská koza). U angorské kozy se bílé barvy dosáhlo tvrdou umělou selekcí na bílá vlákna (Dong et al. 2015).

Dong et al. (2015) dále poukazují na fakt, že na barvě srsti se podílí gen ASIP neboli agouti signalizující protein. Divoké kozy mají jednu kopii tohoto genu a i u domestikovaných zvířat s černou či hnědou srstí byla nalezena pouze jediná kopie. Při větším počtu kopií ASIP

genu je zbarvení bílé. Nejvíce těchto kopií bylo zaznamenáno u kašmírové kozy. Při svém výzkumu zmapovali Dong et al. (2015) celkem 13 genů podílejících se na barvě srsti.

Pro svou houževnatost a výborné adaptační schopnosti k nevhodným podmínkám jsou kozy využívány i v chovu v tropickém a subtropickém pásmu (Amills et al. 2017).

Díky tisícům let chovu v daných podmínkách s tvrdším přirozeným selekčním tlakem podpořeným umělým tlakem člověka došlo u spousty plemen k adaptaci na prostředí. Adaptace na horké oblasti se liší u každého plemene (Gall 1991). Tato plemena vykazují značné odlišnosti v adaptování i k různým vlhkostním podmínkám stejně jako k chladnému podnebí (Gall 1991). Plemena sirohi či jamunapari jsou více odolné k vyšší teplotě, a naopak koza mohérová je lépe vybavená na chladné podnebí oproti burské koze (Gall 1991). Adaptace se projevila změnami týkající se barvy a délky chlupů, jejich hustoty a tloušťky kůže (McManus et al. 2011). Jiný výzkum pak uvádí i vlastnosti jako je tloušťka chlupu, lysé oblasti na těle a větší potní žlázy (McManus et al. 2009). Macíaz-Cruz et al. (2016) uvádí jako další vlastnosti ovlivňující toleranci k teplu pak i menší produkci metabolického tepla spolu s pomalejšími hlubšími nádechy.

Barva srsti je kromě úpadku maskování dávana i do kontextu s adaptací na prostředí s vyššími teplotami (McManus et al. 2009). Zvířata bílé barvy v kombinaci s malým tělesným rámcem mají v teplejších oblastech výhodu díky odrážení světla od bílé barvy. Plemeno barbari z Indie má díky těmto vlastnostem lepší snášenlivost vysokých teplot oproti jiným plemenům šlechtěných na snášenlivost vysokých teplot ve stejné oblasti, jako jsou výše zmiňovaná plemena sirohi či jamunapari (Kumar et al. 2018).

Ačkoliv to na první pohled nevypadá, chlupy divokých i domestikovaných ovcí a koz jsou podobné ve vzhledu i struktuře (Ryder 1958). Pokryv se skládá z primárních vláken různých průměrů, které jsou delší a překrývají podsadu. Podsada je kratší, jemnější a skládá se ze sekundárních vláken. Hrubá vlákna jsou tři až pětkrát silnější než jemná vlákna (Carter 1968). Jako primitivní znak se uvádí roční cyklus růstu a zbavování se pokryvu (Jackson et al. 2020). Moderní plemena se vyznačují kontinuálním růstem vlny s více uniformními vlákny (Carter 1968). Rozdíly mezi primitivními a moderními plemenem spočívají v průměrech primárních a sekundárních vláken i v jejich hustotě (Jackson et al. 2020).

Změna z dvousrstnatých plemen s roční obměnou ve zvířata s kontinuálním růstem rouna byla velmi rychlá (Ciani et al. 2015). Selektivní program s cílem snížit nebo zvýšit hmotnost vlny v potu u wiltshire horn objevil inverzní vztah mezi hmotností rouna a mírou zbavování se srsti. Přejít mezi srstnatým plemenem s ročním línáním a kontinuálním růstem vlny byl proveden za 8 let (O'Connell et al. 2012). Dalším názorným příkladem je zdivočelá ovce arapawa na Novém Zélandu z merino ovcí (Ciani taheri et al. 2015), kde došlo ke ztrátě rouna nejdříve na krku a bříše. Ke zbavování vlny docházelo pomocí sezónnosti v podobě zužování vláken a fyzické abrazi jako u muflonů (Ryder 1960). Toto se stalo během zhruba 30 generací (Jackson et al. 2020).

Klapouchost je jednou z dalších změn o které se mluví v souvislosti s domestikacním syndromem. Darwin (1859) uvádí, že skoro všechny domestikované druhy mají svou klapouchou variantu. Naopak mezi divokými zvířaty nalezneme klapouchost pouze u slonů. Jedním z příkladů, kde nedochází u domestikovaného druhu ke klapouchosti je potkan domácí, který má ušní boltce moc krátké, než aby k tomu mohlo dojít. U ovce nalezneme klapouché jedince u plemen jako jsou bergschaf, awassi či karakul. U koz klapouchost nalezneme

například u plemen anglonubijská či burská. Plemena s dlouhými svislými ušima byla selektivně chována například v Egyptě (Amills et al. 2017).

Společně s menší predátorskou hrozbou a změnami v sexuálním chování došlo i ke zmenšení velikosti rohů a začaly se objevovat i jiné variace (Clutton-Brock 1997). Se snížením pravděpodobnosti soubojů mezi samci kvůli menšímu počtu držených samců došlo i ke snížení pohlavního dimorfismu. Samci prošli zmenšením velikosti těla i rohů. Rohy byly menší, více tvarově rozlišné (Clutton-Brock 1981). U samic mohlo dojít k úplnému vymizení rohů (Bar Yosef & Meadow 1995).

Archeologové potvrdili nález koz s rohy do tvaru šavle v Egyptě kolem 7000 let před současností a v Anatolii 9000 let před současností. Naopak v době bronzové v západní Asii a Egyptě byly nalezeny pozůstatky se spirálovými rohy (Porter et al. 2016). Oproti tomu bezrozí jedinci se vyskytovali v Egyptě zhruba 5000 let před současností (Porter et al. 2016). Dle Clutton-Brock (1999) byly bezrozí jedinci poměrně běžní v období Římské říše.

Bezrohlost je velmi častá vlastnost plemen ovcí a některých plemen koz. Mezi bezrohá plemena ovcí patří například suffolk, východofříská či hampshire. Bezrohlost u koz najdeme u sánské kozy. U koz pak došlo v rámci plemen k velké rozlišnosti rohů.

3.1.7.2 Změny fyziologické

V porovnání s divokými kozami mají ty domestikované omezené životní prostředí i potravu. V této souvislosti došlo ke změně v imunitním systému. V porovnání genomu divokých a domestikovaných koz se u čtyř genů během domestikace snížily kopie a naopak u dvou genů nové kopie přibyly (Dong et al. 2015). Jeden z genů, který se u divokých koz vyskytuje v 18 kopiích (domestikované kozy mají jen 4 kopie) se nazývá ABCC4 a chrání buňky proti toxinům. Tato skutečnost je dávana v souvislost s menší pravděpodobností požití široké škály divokých rostlin a s intenzivní lidskou péčí. Jedním z genů, u kterého došlo ke zvýšení kopií, je gen zajišťující imunitní odpověď proti mikrobiálním infekcím (Dong et al. 2015). S regionem souvisí i změny v imunitním systému. Sánská koza je méně náchylná proti parazitovi *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803) oproti africkým plemenům (Gal 1991). Tato plemena jsou naopak odolnější na trypanosomii.

Jiné znaky domestikace nejsou patrné na první pohled. Některá domestikovaná zvířata na rozdíl od svých divokých příbuzných jsou schopna se rozmnožovat po celý rok (Sadleir 1969). Stejně tvrzení potvrdila i Trut (1999), která zmiňuje že lišky, na kterých prováděla tou dobou experiment, mají vícero častějších říjí, které mohou zcela ztratit svou vázanost na roční období. U ovcí a koz můžeme pozorovat podobný jev. Asezónní plodnost pozorujeme například u romanovské ovce, kamerunské ovce či kamerunské kozy, kdy se mohou mláďata rodit během celého roku nezávisle na ročním období. Plemennou příslušnost je potřeba v takovém případě brát v potaz při chovu zvířat.

Zvýšila se i pravděpodobnost přežití obou dvojčat v případě jejich narození díky přesunu zvířat do oblastí s lepším zdrojem potravy.

Vzhledem ke změně životního prostředí, kam byla zvířata přesunuta člověkem, se změnila přístupnost množství a kvality potravy i vody. Tyto nové oblasti byly schopné zajistit bohatší a stabilní potravu pro větší počet jedinců vedoucí k menší kompetici v rámci druhu. Tato realita mohla přispět jako další faktor ke snížení potřebného věku k pohlavní dospělosti (Tchernov

& Horwitz 1991). Došlo taktéž ke zvýšení plodnosti i zásob tuku. Urychlení dospělosti vedlo ke snížení velikosti těla, zvýšení produktivity a snížení dlouhověkosti (Tchernov & Horwitz 1991).

3.1.7.3 Změny etologické

Mezi nejznámější změny chování u domestikovaných zvířat patří snížení reaktivnosti na okolní podněty. Takové snížení reaktivnosti na stresující podněty a situace má za následek přímý vliv na krotkost díky snížení strachu (Wilkins et al. 2014). U domestikovaných zvířat, konkrétně jejich mláďat, je větší časový prostor na návyk na člověka, aby v dospělosti působil jako menší hrozba oproti mláďatům nedomestikovaných rodičů (Trut et al. 2004). U vlka je takový prostor zhruba 1,5 měsíce, zatímco u psů je to v rozmezí 4-10 měsíců (Freedman et al. 1961). Stejně rozdíly byly popsány i u myši (Gariépy et al. 2001). Pokud mláďata nejsou v dostatečném kontaktu s člověkem v tomto období označovaném jako socializační okno, v dospělosti mohou být k člověku plachá či se jej dokonce bát i u domestikovaných druhů (Freedman et al. 1961). V chovu hospodářských zvířat se takové změny uplatní při manipulaci se zvířaty, kvalitě masa po porážce či vhodných užitkových vlastností jako je reprodukce či mléčná užitkovost.

Nutnou poznámkou v oblasti změn chování je fakt, že během domestikace nedochází k vytvoření žádného nového chování, ale k posunutí prahu vedoucímu k nové interpretaci původního chování. Stejně jako chování i přes nemožnost jejich projevení po stovky generací nevyumizí (Jensen 2002). Prasnice před porodem v intenzivních chovech mají i nadále potřebu stavět hnízda stejně jako divoké prasnice. Díky těmto mechanismům se chování domestikovaných a divokých zvířat od sebe diametrálně neliší, a proto je tedy důležité pro zachování vhodných podmínek umožnit zvířeti projevy chování i v prostředí vytvořeném člověkem.

Porozumění původním vlastnostem chování nám umožní snazší manipulaci se zvířaty. U divokých ovcí je silný pud kořisti. Anti predační reakce je více responzivní na masožravce než na ostatní neutrální stimuly (Hansen et al. 2001). Tato zvířata jsou velmi bojácná, mají rychlé reakce vedoucí často k úprku. Nezaměnitelnou vlastností je i fakt, že zvířata hledají bezpečí ve stádě a v případě podnětů z okolí se velmi rychle vrací do společného uskupení. Ačkoliv došlo v průběhu domestikace ke snížení prahu potřebného k vyvolání silné reakce, toto chování je pozorovatelné i dodnes. Využíváme jej například při manipulaci stáda pomocí ovčáckého psa.

Díky blízkému kontaktu s člověkem od narození mohlo docházet k imprintingu a zařazení člověka do zvířecí sociální struktury, kdy si člověk získal postavení v hierarchii skupiny zvířat. Důsledkem tohoto soužití bylo zvýšení krotkosti a snížení pravděpodobnosti útěku (Price 1984).

Pro lidi bylo výhodnější a snazší držet si samice a mladé narozené samce zabít ještě před projevením agresivity a dominance. U ušetřených mladých samců docházelo k využívání v produkci v mladším věku ještě v období před boji o dominanci. Dominance samců tedy nebyla nutná vlastnost a docházelo tedy k jejímu snížení. Z hlediska obnovy stáda je zapotřebí vysoký počet samic a jen málo samců. Přebytní mladí samci byli proto eliminováni. Samice se v průměru dožívaly vyššího věku než samci. To se projevilo jako změna při archeologických

nálezích, kdy se změnil poměr koster mladých a starších zvířat ve vztahu k pohlaví zvířat nalezených v blízkosti lidských sídel (Hesse 1982). Zvýšil se počet nalezených samčích juvenilních koster. Tento jev je tedy brán jako další indikátor domestikace (Hesse 1982; Bay Yosef & Meadow 1995).

3.2 Koza domácí

3.2.1 Divoké kozy a předek kozy domácí

Existuje více druhů divokých koz, které ztěžuje možnost nalezení předka či předků kozy domácí. Kozorožec kavkazský s oblastí výskytu v Rusku (*Capra caucasica* Gldenstaedt & Pallas, 1783), kozorožec dagestánský na hranicích Ruska a Ázerbájdžánu (*Capra cylindricornis* Blyth, 1841), koza bezoárová s výskytem v okolí Turecka (*Capra aegagrus*), koza šrouborohá vyskytující se v centrální a jižní Asii (*Capra falconeri* Wagner, 1839), kozorožec sibiřský (*C. sibirica* Pallas, 1776) vyskytující se v centrální Asii, kozorožec horský s oblastí výskytu jižní Evropy (*C. ibex* Linnaeus, 1758) (Couturier 1962; Corbet 1978).

Předkem kozy domácí je pravděpodobně koza bezoárová (Manceau et al. 1999).

Dřívější rozpoznávání druhů koz bylo založeno na tvaru a velikosti rohů, které se i v rámci jednoho rodu mohou lišit, proto se Manceau et al. (1999) ve svém výzkumu zabývali mitochondriální DNA a našli skoro identickou shodu mezi *C. hircus* a vzorkem *C. aegagrus* z oblasti Kréty získaným z muzea ve Vídni.

Hybridizace mezi divokými populacemi koz byla dokázána u některých rodů jako je například hybridizace *C. aegagrus* × *C. falconeri* (Couturier 1962; Courbet 1978) nebo *C. aegagrus* × *C. cylindricornis* (Corbet 1978). Hybridizace mohla dát vzniku myšlence o ne monofyletickém původu *C. hircus* (Manceau et al. 1999).

Jiný výzkum Luikart et al. (2001), zkoumající mitochondriální DNA, založený na podobnosti sekvencí uvádí kozu bezoárovou jako koze domácí nejvíc podobný druh. Na druhém místě je pak dle téhož výzkumu *C. cylindricornis*.

Luikart et al. (2006) se touto tematikou zabýval i nadále tentokrát na základě studia chromozomu Y. Při porovnávání Y chromozomů ze vzorků jako další ukazatel pro sestavení mapy příbuznosti má koza bezoárová dva ze tří haplotypů vyskytujících se u kozy domácí stejné. Na pozici druhého nejvíce příbuzného druhu na základě Y chromozomu zařadili Luikart et al. (2006) *C. falconeri*. Možnost vzniku kozy kašmírové a některých dalších asijských plemen z kozy šrouborohé není dle Luikart et al. (2006) zatím možné vyloučit, neboť není v této oblasti proveden dostatečný výzkum zejména kvůli nízkému počtu vzorků tohoto druhu.

Taktéž Zheng et al. (2020) se zabývali možným přispěním alelami od jiných koz (*C. ibex*, *C. sibirica*, *C. falconeri* a *C. caucasica*) skrze kozu bezoárovou před i po domestikaci kozy domácí. Poddruh *C. caucasica* sdílel více alel s kozami bezoárovými z doby před domestikací než s domestikovanými kozami nebo současnými bezoárovými jedinci. Tato skutečnost potvrzuje křížení těchto dvou druhů v období před domestikací a zároveň nepravděpodobnost možnosti, ve které je koza šrouborohá možným předkem kozy domácí. Jedním z genů, u kterého skoro došlo k fixaci do haplotypu moderních *C. hircus*, byl gen MUC6 z populace kozy šrouborohé (Zheng et al. 2020). Tento gen se podílí na lepší imunitě proti patogenům působícím v trávicí soustavě.

3.2.1.1 Charakteristika kozy bezoárové

Koza bezoárová je zvíře s širokým rozptylem místa výskytu a nadmořské výšky. Jsou to zvířata neteritoriální, stádová s hierarchií. Stádo je tvořeno dominantním samcem, samicemi a mláďaty. Mladí samci se většinou sami uskupují do samostatných stád (Schaller 1977; Korshunov 1994). Jedná se o polygammí zvířata, kde o páření rozhoduje hierarchie mezi samci stanovená souboji. Samci si poté vytváří harémy samic (Schaller 1977). V závislosti na tomto způsobu sexuální selekce je přítomný výrazný pohlavní dimorfismus (Harrison & Bates 1994). Kozli jsou mohutnější a mají větší rohy. Velikost těla a rohů hraje roli při soubojích o dominanci (Geist 1971; Schaller 1977). Pohlavní dospělost samců je okolo poloviny druhého roku. Díky kompetici se staršími samci jsou mladí samci schopni zapojit se do reprodukce až okolo čtvrtého nebo pátého roku. Samice mají mláďata nejčastěji kolem třetího roku. Dvojčata se rodí starším samicím. Zbarvení je maskující tedy převaha hnědé, šedohnědé či nazrzlé (Geptner et al. 1988).

Koza bezoárová je svým útlým tělem, silnými a tlustými končetinami s širokými kopyty přizpůsobená k životu na skalnatém terénu s prudkým svahem (Harrison & Bates 1991; Korshunov 1994). Koza je spásáč s oblibou okusování potravy ve výšce nad zemí. Koza bezoárová spásá širokou škálu rostlin. Rohy kozlů jsou dlouhé, šavlovitě se stáčející za hlavu. Pravý roh je levotočivý a naopak. V průřezu jsou eliptické. Samice mají krátké, úzké, vzpřímené rohy lehce se kroutící vzad. V průřezu jsou oválné (Geptner et al. 1988).

3.2.2 Domestikace koz

Pro podrobnější zkoumání možných oblastí domestikace je nutné porovnat podobnosti v genofondu potomků divokých předků, nebo pozůstatky divokých zvířat z archeologických nálezů a domestikovaných druhů na základě haploskupin mitochondriální DNA (mtDNA) předávané po mateřské linii.

Ve svém výzkumu se na mtDNA zaměřili Luikart et al. (2001), kteří uvádějí u *Capra hircus* tři linie (A, B a C). Za těmito třemi liniemi může stát jeden z těchto důvodů. Prvním je jedna domestikací oblast s velmi početnou populací předka, v rámci které se vytvořily tři vysoce odlišné linie. Druhou možností jsou pak tři oblasti domestikace. Tedy každá linie má jiný maternální původ. Luikart et al. (2006) přinesli poznatek, že k rozdělení těchto tří linií mělo dojít mezi 200000 a 280000 lety před současností, čímž vylučují možnost jedné velké populace se všemi haplotypy. Možnost vzniku tří vysoce odlišných linií v období během a po domestikaci za 10000 let je nemožné (Luikart et al. 2006).

Linie A je považována za hlavní linii, neboť je rozšířena celosvětově. Linie B byla nalezena pouze ve východní a jižní Asii u plemen z oblasti Pákistánu, Indie a Malajsie. Linie C byla nalezena pouze v Evropě (hlavně ve Švýcarsku a Slovinsku) a v Mongolsku (Luikart et al. 2001). Dle Luikart et al. (2001) je možnost jednoho domestikacího centra a následné rozšíření linie B pouze do jedné oblasti velice nepravděpodobná a existence dalšího domestikacího centra v Asii je možná. Dle rozšířenosti linií a genetické rozlišnosti v rámci jedné linie Luikart et al. (2001) předpokládali i jiné časové období domestikace jednotlivých linií, kdy u linie B a C předpokládali domestikaci zhruba před 2000 a 6000 lety. Nálezem linie C, která dle Luikart et al. (2001) měla být pouze v Asii, datovaným 5500 let před současností z oblasti jižní Francie vyvrátili Fernández et al. (2006) hypotézu o pozdější domestikaci této linie.

Při zkoumání kozího genomu se zaměřením na Y chromozom, který je děděný pouze přes otcovskou linii je popsáno několik haploskupin stejně jako u mtDNA. Tato skutečnost může poukazovat na několik domestikčních center, či to může být pouze náhoda (Luikart et al. 2006). Dominující haplotypy Y1A, Y1B a Y2A jsou u Evropy, severní Afriky a Blízkého Východu (Periera et al. 2009). U jihovýchodní Asie nebyl detekován haplotyp Y2A a Y1B. Pro Asii je typický haplotyp Y2B. V Turecku byl objeven minoritně haplotyp Y2C (Cinar Kul et al. 2015).

Při jiném výzkumu Naderi et al. (2007) objevili u domestikovaných zvířat 6 linií mtDNA (A, B, C, D, F a G), kdy haploskupina A představovala 90 % populace. Při dalším výzkumu se Naderi et al. (2008) znovu zabývali touto tematikou, kdy zkoumali mtDNA domestikovaných koz a potomků divokých koz v oblasti Blízkého východu. A haploskupina se nenachází u potomků bezoárových koz v oblasti Zagrosu, naopak se silně vyskytuje u bezoárových koz v oblasti Anatólie. Výskyt A haplotypu u domestikovaných koz v oblasti Zagrosu tedy naznačuje zavlečení těchto koz do této oblasti, což mohlo mít za následek potlačení C haplotypu, a tedy jeho menší četnost v genofondu domestikovaných koz (Naderi et al. 2008). Zbylé čtyři haploskupiny nejsou tak podstatné z hlediska přispění do genofondu jako A nebo C.

Dle výsledků výzkumu došli Naderi et al. (2008) k závěru, že domestikace kozy v této oblasti proběhla na dvou místech. Prvním je oblast jižního a středního pohoří Zagros jinak řečeno v oblasti Íránské vysočiny a druhé místo je oblast Anatólie.

Domestikace v oblasti Anatólie (Vigne et al. 2005) se datuje 10500 let před současností a v oblasti jižního Zagrosu (Zeder & Hesse 2000) zhruba 9900-9700 let před současností. Domestikace na území jižního Zagrosu mohla proběhnout dříve, než proběhla v centrální části pohoří, ale z nedostatku starších archeologických nalezišť tuto teorii nelze podložit (Naderi et al. 2008).

Dalšími diskutovanými oblastmi možné primární domestikace je Čína a oblast jižní Levanty nebo v Indii. Domestikace v oblasti jižní Levanty byla vyvrácena z důvodu importu domestikovaných zvířat do této oblasti (Horwitz et al. 1999). Pro nedostatek důkazů však Čínu za centrum domestikace dle Naderi et al. (2008) považovat nelze a taktéž vyvrátili možnost domestikace v oblasti údolí řeky Indus v Indii, kde se dle jejich výzkumu nejedná o domestikaci, ale o zavlečení.

3.3 Ovce domácí

3.3.1 Divoké ovce a předek ovce domácí

Druhů divokých ovcí je několik. Mezi divoké druhy patří argali altajský (*Ovis ammon* Linnaeus, 1758) z centrální Asie, muflon asijský (*Ovis orientalis*) ze západní Asie, nebo ovce stepní známá též jako archar či urial (*Ovis vignei* Blyth, 1841) z jihozápadní Asie (Pedrosa et al. 2005).

Dle morfologie rohů dnešních ovcí a divokých ovcí Ryder (1964) uvádí jako možné předky ovce domácí druh *O. ammon* a *O. vignei*. Podle genetických studií jsou tyto divoké druhy ovcí, možní předci ovce domácí (Pedrosa et al. 2005).

Bruford & Townsend (2006) také uvádějí jako potenciální předchůdce ovce domácí tyto tři druhy s tím že uriala a argali uvádějí jako nejméně pravděpodobné v návaznosti na mtDNA studii provedenou Heindleder et al. (2002) a dle karyotypu zkoumaného Nadler et al. (1973). Ovce stepní ani argali aljašský nespádají do stejné haploskupiny jako současná plemena ovcí (Bruford & Townsend 2006). Do své studie zabývající se rozšířením linií domestikovaných ovcí zahrnuli Bruford & Townsend (2006) mimo jiné i české plemeno šumavskou ovcí.

Dalším možným předkem je evropský muflon (*Ovis orientalis musimon* Pallas, 1811), který dle Rezaei et al. (2010) spadá do kladu ovce kruhorohé. Muflon evropský je potomkem domestikovaných ovcí, který se oddělil zhruba kolem 5550 až 5450 let před současností (Chen et al. 2021) namísto předpokládaných 21000 let před současností (Sanna et al. 2015).

Archeologické nálezy eliminují možnost divokých předků v podobě *O. ammon* a *O. vignei* ponechávající jako jedinou možnost *O. orientalis* (Clutton-Brock 1981). Cytogenetická data eliminují *O. ammon* a *O. vignei* (Nadler et al. 1973). I přes několik studií zaměřených na zjištění předka ovce je dle Meadows et al. (2011) přesná odpověď stále nejasná, ačkoliv se mnoho studií přiklání k jednomu předku, a to k ovcí kruhorohé neboli muflonu asijskému.

Rezaei et al. (2010) zmiňuje možné přispění *O. vignei*. Her et al. (2022) se zaměřili na potvrzení původu ovce a v rámci výzkumu vytvořili dvě databáze vzorků. První databáze porovnávala vzorky moderní domestikované ovce a divokých ovcí a druhá na porovnávání mezi moderními domestikovanými ovcemi a domestikovanými ovcemi z nalezišť. V první databázi byly vzorky od *O. ammon*, *O. vignei*, *O. orientalis* a hybrida *O. orientalis* × *O. vignei* z 55 lokalit a data domestikovaných ovcí z 28 států. V druhé databázi získali data ze vzorků datovaných 8000 až 5000 let před současností. Každý z rodů byl monofyletický a ovce domácí spadaly do kladu ovce kruhorohé. Hybridi nespádali do kladu spolu s ovcí domácí čímž se vyvrací jejich možná role v domestikaci ovce.

Předkem ovce domácí je po mateřské straně ovce kruhorohá (*Ovis orientalis*). Tato skutečnost pak potvrzuje, že domestikace proběhla i v jiných oblastech vzhledem k nalezení několika maternálních linií (Her et al. 2022). Deng et al. (2020) se zabývali studiem chromozomu Y a potvrdili blízkou příbuznost po otcovské linii ovce kruhorohé k ovcí domácí. Mimo jiné tento výzkum taktéž objevil, že *O. vignei* přispěla po otcovské linii do populace ovce kruhorohé.

3.3.2 Taxonomie rodu *Ovis*

I přes veškerou snahu o určení předka bylo jedním z problémů špatné určení a pojmenování celého rodu *Ovis* (Bruford & Townsend 2006). Za poslední dvě století byla několikrát navržena nová klasifikace tohoto rodu (Rezaei et al. 2010). Systematika v rodu *Ovis* je ztížena o skutečnost, že ačkoliv mají jednotlivé druhy jiné karyotypy, kříženci například *O. vignei* a *O. orientalis* jsou i tak schopní další reprodukce (Nadler et al. 1971) s karyotypy pak buď $2n=54$ nebo $2n=58$ (Valdez et al. 1978). Valdez et al. (1978) se tedy díky této skutečnosti přiklání k myšlence mufloniformního druhu, do kterého by spadala ovce kruhorohá a ovce stepní s jejich hybridy. Rezaei et al. (2010) ve studii zabývající se správným určením příbuznosti a shrnutím názvů u daných druhů divokých ovcí podle cytochromu b zmiňují možnost zařadit ovcí stepní a ovcí kruhorohou jako jeden druh *O. orientalis* (Valdez et al. 1978;

Valdez 1982) či dva druhy *O. orientalis* a *O. vignei* (Nadler et al. 1973), neboť jejich hybridy spadají do jednoho, nebo druhého fyletického stromu nezávisle na geografické oblasti či jejich morfologii. Rezaei et al. (2010) potvrdili dva monofyletické druhy. Při porovnávání divokých ovce mezi sebou jsou ovce stepní a ovce kruhorohá ze všech navzájem nejvíce podobní. Naopak nejvíce odlišná je muflon evropský a ovce sněžná (*Ovis nivicola* Eschscholtz, 1829) (Chen et al. 2021).

3.3.2.1 Charakteristika ovce kruhorohé

Stejně jako koza bezoárová má i ovce kruhorohá široký rozptyl místa výskytu i nadmořské výšky. Jedná se o stádové zvíře s hierarchií, která je tvořena dominantním samcem, samicemi a mláďaty. O páření stejně jako u koz rozhoduje hierarchie určená samčími souboji (Schaller 1977). U ovce kruhorohé je značný pohlavní dimorfismus (Harrison & Bates 1994).

Ovce kruhorohá je běžec dobře adaptovaný na horské a podhorské oblasti mimo oblasti prudkého svahu (Geist 1971). Živí se širokou škálou rostlin jako spásač (Schaller 1977). Preferuje stepi a lesostepi. Beran má mohutné, postupně se zužující rohy s trojúhelníkovým průřezem. Pravý roh je pravotočivý od hlavy a naopak. Samice mají krátké, úzké rohy (Harrison & Bates 1994).

3.3.3 Domestikace ovce

Ovce je nejstarší domestikované hospodářské zvíře (Ryder 1984), které bylo domestikováno v období neolitu zhruba před 9000 až 8000 lety (Meadows et al. 2007). Jiný zdroj uvádí nález ovčích kostí z období mezi 10000 a 9000 lety před současností v oblasti Jericha (Clutton-Brock & Uerpmann 1974). V neposlední řadě byly nalezeny i ostatky ovce, které byly ovládnuty člověkem v oblasti Záví Čemi, která leží v pohoří Zagros datovány do období 10870 ± 300 let před současností (Rocha et al. 2011). Archeologické nálezy dokládající existenci domestikované ovce byly objeveny v pohoří Taurus a byly datovány 10500 let před současností (Zeder 2008). Za domestikační oblast je považována oblast Úrodného půlměsíce (Meadows et al. 2007) konkrétněji oblast střední Anatolie a severní a střední část pohoří Zagros (Zeder 2008). Další oblasti, které pravděpodobně přispěly k domestikaci jsou Íránská vysočina a údolí řeky Indus (Her et al. 2022).

Díky neustálému vývoji v oblasti výzkumů zabývajících se genetickými markery dochází k objevování nových poznatků v oblastech, které se mohou zdát na první pohled již prozkoumané. Příkladem je objevování maternálních linií skrze mtDNA u ovce. Heindleder et al. (2002) byli schopni objevit dvě mateřské linie. Meadows et al. (2007) díky většímu vzorku dat objevili pět různých linií. Víceero mtDNA linií nasvědčuje na několik domestikačních událostí u ovce (Pedrosa et al. 2005; Meadows et al. 2007; Chessa et al. 2009)

Stejně jako u koz je tuto skutečnost možné vysvětlit dvěma způsoby. Prvním je velká populace, která byla schopna dát vzniku několika mateřským liniím, které se udržely a nezanikly. Pravděpodobnější varianta je však několik malých divokých populací (Pedrosa et al. 2005). Linie A nevykazuje blízký vztah se žádnou z divokých forem (Rocha et al. 2011). Linie B označovaná jako Evropská linie dominuje u evropských ovce domácích a vyskytuje se i u evropského muflona (Heindleder et al. 2002) je však nutné podotknout, že evropský muflon byl do Evropy dovezen z Asie a představuje primitivní domestikovanou, dnes již zdivočenou

formu *O. orientalis* (Meadows et al. 2007). Linie C byla poprvé zpozorována u čínských a tureckých plemen ovcí (Pedrosa et al. 2005; Chen et al. 2006). Linie E a D byly objeveny u jedinců z Blízkého východu a pouze v malé míře (Meadows et al. 2007).

Her et al. (2022) zkoumali maternální původ ovce domácí přes mtDNA. Podložili existenci 5 haploskupin označených A, B, C, D a E. V genofondu ovce domácí je haploskupina B nejčastější (56 %), poté A (34 %) a C (9 %). Většina haplotypu A je z Asie (78 %), V Evropě byly zaznamenány haploskupiny A a B s převahou B (90 %). Z neolitických vzorků bylo zjištěno, že se u domestikovaných ovcí vykytovaly nejméně 3 haplotypy s převahou B. Ovce kruhorohá měla nejbližší haploskupiny s domácí ovci (Her et al. 2022).

Průběhem domestikace se zabývali i Chessa et al. (2009). Ve studii se zaměřují na retroviry (ERVs) jako genetické ukazatele pro výzkum historie domestikovaných ovcí. Setkání specifických retrovirů s populací ovcí lze poznat z jejich genomu díky nezvratnému přímému přenášení v populaci na potomky. Některé takové viry jsou v genomu od počátku, jiné jen u některých plemen. Touto cestou lze zjistit původ ovcí. Do výzkumu bylo zahrnuto 133 plemen domestikovaných ovcí, blízké divoké ovce, předci ovcí i ranné zdivočelé ovce. Vzorky byly testovány na přítomnost retrovirů enJSRV-18, enJSRV-7, enJSRV-8, enJSRV-15, enJSRV-16 a enJS5F16. Virus enJSRV-18 byl detekován u 85 % vzorků, enJS5F16 u 30 % a enJSRV-7 u 27 %. U divokých ovcí jak příbuzných, tak předků, nebyl detekován enJSRV-18. Retrovirus enJSRV-7 je nejstarším v této studii nalezeným a byl přítomen u zdivočelých populací, kde byl naopak malý výskyt enJSRV-18. To poukazuje na fakt, že se s retrovirem enJSRV-18 potkala až populace domestikovaných ovcí. Zdivočelá populace evropského muflona se setkala s retrovirem enJSRV-7 po oddělení. Přítomnost enJSRV-18 u zdivočelého muflona je možná při zvážení možnosti introgrese ze strany domestikovaných ovcí.

Chen et al. (2021) se zabývali analýzou celého genomu ovce a poukázali na introgresi ze strany sněžné, aljašské (*Ovis dalli* Nelson, 1884) a tlustorohé ovce (*Ovis canadensis* Shaw, 1804) do ovce stepní, kruhorohé a evropského muflona. Ze strany ovce sněžné do evropského muflona byly nalezeny introgresní geny ovlivňující lokomoční chování, srdeční choroby, sekreci inzulínu či metabolický proces serotoninu. Naopak od *O. nivicola* do ovce kruhorohé došlo k obohacení genů týkající se pohybu, regulace diferenciac buněk či syntézy steroidních hormonů. Genový tok z argali do ovce kruhorohé je datovaný 9972-10180 let před současností, ale Chen et al. (2021) se domnívají, že k tomu došlo až po domestikaci, což značí, že první domestikované ovce byly bez genů ze strany argali.

3.4 Plemena a jejich dělení

Definice plemene zní: populace zvířat stejného druhu a shodného fylogenetického původu s charakteristickými vlastnostmi a znaky, které se přenáší na potomstvo schopné reprodukce (Zákon č. 154/2000 Sb.).

Plemena můžeme dělit několika různými způsoby dle

- Prošlechtěnosti na plemena: primitivní, přechodná a kulturní
- Užitékového směru
 - U ovcí: masná, dojná, plodná a kombinovaná
 - U koz: dojná, masná, srstnatá a kombinovaná
- Oblasti původu
- Geografického původu na plemena: horská, nížinná, stepní a mnohé další
- Geografického rozšíření

Dle stupně prošlechtění:

Na vzniku primitivních plemen se lidé podíleli minimálně. Jsou to plemena, která byla formovaná přírodou. Označení primitivní plemeno se u ovcí používá u populací s tmavší a hrubší vlnou, línáním, častou přítomností rohů kromě samců i u samic. Často tato plemena přežila druhou migraci vyspělejších plemen z Asie návratem do divoké či polodivoké formy, existenci na ostrovech či habitatem v hůře přístupných oblastech, kam se novější plemena nedostala (Chessa et al. 2009). Do takových plemen řadíme například ovci soay, islandskou, nordickou či shetlandskou ovci. Přechodné plemeno vzniklo vlivem člověka díky selekci. Tato plemena jsou často rozšířena pouze lokálně například v rámci státu. Dobrým příkladem jsou plemena spadající do národních genových rezerv. Při intenzivní selekci a cílevědomém šlechtění může vzniknout plemeno kulturní. Dobře organizované selekční programy daly vzniku vysoce produkčních plemen, u kterých stále dochází ke zlepšování produkčních vlastností. Mezi tato plemena řadíme dojná plemena – např. koza sánská, alpínská nebo toggenburská koza. Kvůli rozšíření vysoce produkčních plemen dochází k utlačování plemen původních pro danou oblast stejně jako ke křížení s těmito plemeny vedoucí k úpadku plemen v oblastech původních (Taberlet et al. 2008).

Dle geografického rozšíření:

Amills et al. (2017) zmiňuje čtyři kategorie plemen koz. První kategorií jsou plemena s vysokou užítkovostí, které jsou rozšířena po celém světě. Tato plemena jsou plemena nejčastěji chovaná i v České republice tedy koza sánská, burská, anglo-nubijská nebo alpská. Druhou skupinou jsou plemena, která nejsou celosvětově rozšířená, ale jsou chovaná ve vícero zemích. Plemena jsou typická pro svůj produkční potenciál a patří do nich například plemeno koza kašmírová či maltézská. Neposlední skupinou jsou plemena lokální, která mohou být ohrožena vyhynutím. Poslední kategorie jsou zdivočelé kozí populace (Mason 1984). Podobné rozdělení dle rozšíření plemen je možné využít u všech domestikovaných zvířat.

Dle užítkovosti:

Ve šlechtění čistě dojných plemen koz je světovou špičkou Švýcarsko s plemeny sánská, toggenburská či alpská koza. U dojných ovcí je nejvýznamnější plemeno východofríská ovce či awassi (Haenlein 2006).

Domestikace ovcí a koz proběhla před více než 10000 lety a od té doby dochází k rapidnímu vývoji rozlišných fenotypových vlastností plemen domestikovaných zvířat v porovnání s divokými předky (od fyzického vzhledu po chování) (Zeder 2008).

Plemena se mezi sebou liší ve velikosti těla, barvě srsti, tvaru a velikosti rohů, reprodukci i produkci. Jsou dva hlavní důvody, proč máme tak širokou fenotypovou škálu. Prvním je adaptace zvířat na rozličné chovné systémy, kam spadá účel chovu a umělá selekce na dané produkční vlastnosti jako je třeba mléčné zaměření u sánské nebo alpské kozy, či masné zaměření u burské kozy. Druhým důvodem je pak adaptace na rozdílné prostředí (Bertolini et al. 2018).

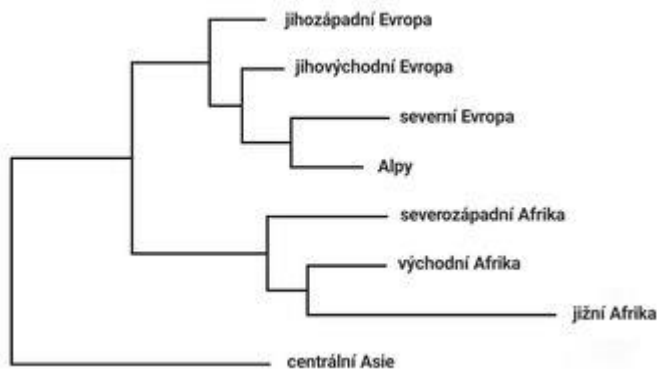
3.4.1 Plemena koz

U koz existuje přibližně 600 plemen (Scherf & Pilling 2015).

Bertolini et al. (2018) ve své studii uvádějí, že koza je jedním z nejlépe adaptabilních domestikovaných a celosvětově rozšířených druhů napříč několika klimatickými oblastmi a geografickými oblastmi používaných v několika užitkových směrech. Přirozený a umělý selekční tlak vedl k mnoha znakům selekce zaznamenaných v kozím genomu. Takové obměny často ovlivňují více vlastností současně a přispívají tím mimo jiné ke vzniku plemen (Qanbari & Simianer 2014). Tyto znaky jsou definovány jako redukce, eliminace či změna genetické variace v genomu jako odpověď na selektivní tlak (Bertolini et al. 2018). Znaky selekce lze nalézt buď mezi dvěma silně odlišnými populacemi, nebo v rámci populace, u které je nízká diverzita mezi jedinci. Díky využití různých metod je možné detekovat změny způsobené různými bioklimaty, užitkovým směrem a konkrétními změnami daných populací v rámci subkontinentu.

Díky metodám výzkumu genomu je možné určit genové rozdíly i podobnosti a sestavit tak fylogenetický strom plemen dle podobnosti skupin. Bertolini et al. (2018) ve své studii poukazují na souvislost mezi vzdáleností výskytu populace od oblasti výskytu předků a podobností genomů. Plemena jejichž původní oblast je vzdálenostně blíže oblasti domestikace bývají více geneticky podobná než plemena více vzdálená.

Angorské kozy jsou nejbližší předkovi a jsou následovány některými pákistánskými plemeny jako je například plemeno kachan. Následovala oblast Egypta a jihozápadní Evropy. Mezi oblastmi nejvíce vzdálené koze bezoárové patří oblast Alp a jihovýchodní Evropa. Fylogenetický strom má v základu kozu bezoárovou, od které vede jedna linie na Asii a druhá linie dělící se pak na Evropu a Afriku viz Obrázek 3.

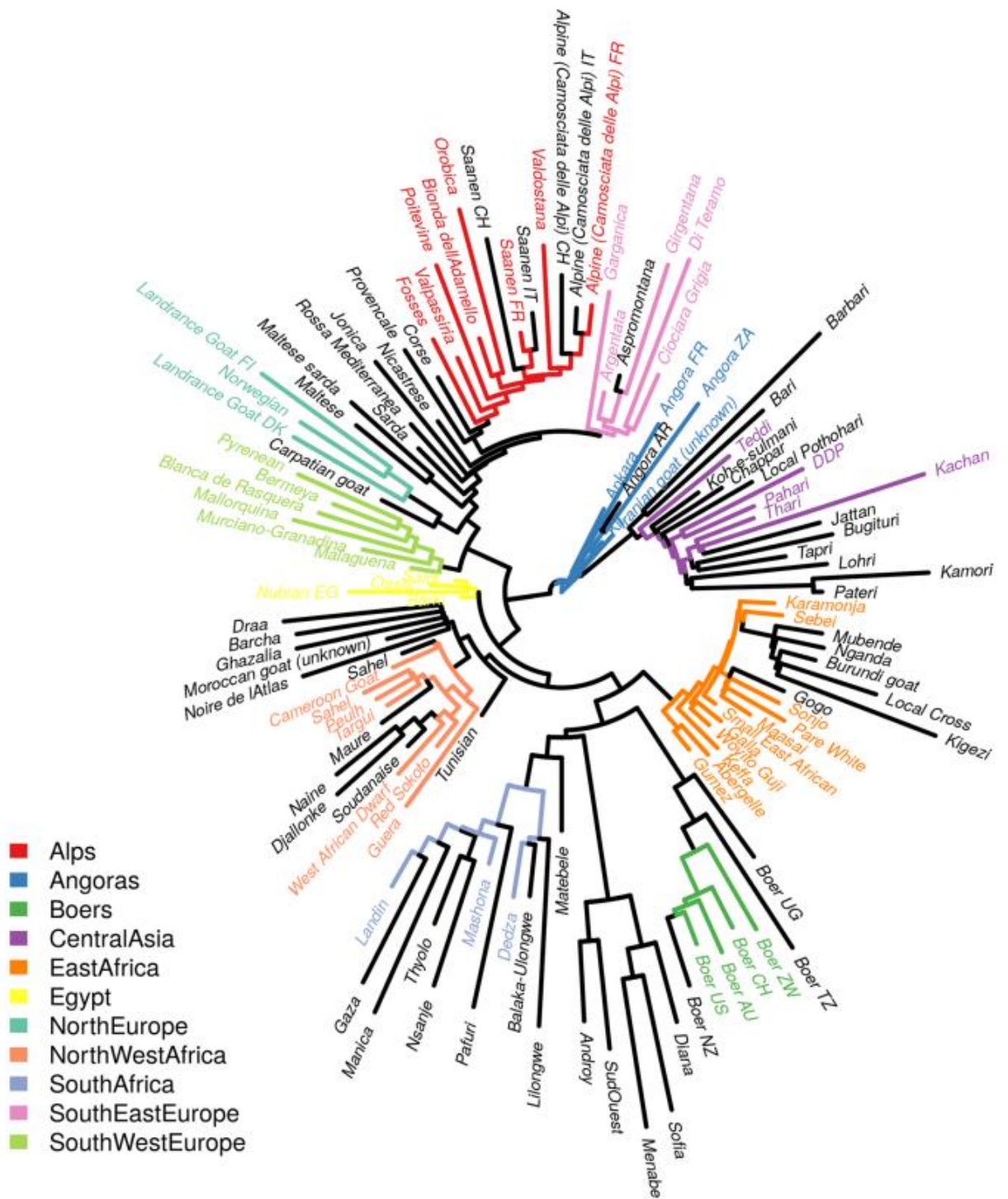


Obrázek 3 Fylogenetický strom dle Bertolini et al. 2018

Ve výzkumu zabývající se genomem kozy domácí, který zahrnoval 11 skupin plemen podle geografické oblasti bylo do studie zahrnuto 61 plemen rozdělených do uvedených 11 kategorií/oblastí: alpské, angorské, búrské, střední Asie, východní Afrika, Egypt, severní Evropa, severozápadní Afrika, jižní Afrika, severovýchodní Evropa a severozápadní Evropa. Mezi alpské/ vysokohorské kozy patří plemena alpská, sánská či poitevinská koza. Samostatně je skupina búrská a její varianty podle státu, kde jsou chovány. U skupiny angorských koz, je hlavním představitelem angorská koza spolu s například plemenem kilis. Ze střední Asie byla využita ve studii plemena kachan, teddy či pahari což jsou pákistánská plemena. V databázi, ze které byla získána genetická data jedinců daných plemen, zařadili plemena galla, abergelle či keffa do skupiny východní Afriky. Oblast Egypta byla charakterizována například plemeny saidi či barki. Severní Evropa se vyznačuje plemenem holandská landracká koza. Red sokoto patří do skupiny severozápadní Afriky. Do oblasti jižní Afriky bylo zařazeno plemeno mashona. Do plemen jihovýchodní Evropy řadí plemeno ze Sicílie argentata dell'Etna. Pod jihozápadní Evropu pak spadá pyrenejská koza. Kompletní seznam plemen a jejich přesné rozdělení do skupin společně s jejich příbuzností v rámci skupiny i vůči koze bezoárové je znázorněno na Obrázku 4.

Při porovnávání genetických dat bylo objeveno 67 signálů selekce v deseti populačních skupinách. Většina těchto oblastí se selekčními signály se vyskytovala pouze u jedné skupiny, jen 13 oblastí bylo nalezeno u nejméně dvou skupin. Jednou z těchto sdílených důkazů o selekci je změna na chromozomu 13 v oblasti, kde se nachází ASIP (agouti signaling protein) gen. Tento selekční znak byl nalezen u několika alpských plemen a u pákistánských plemen. Další znak selekce byl nalezen v blízkosti genů kaseinu u koz z alpské oblasti a oblasti východní Afriky. Zatímco u alpských koz tento znak poukazuje na kaseinové geny, u plemen z východní Afriky znak poukazuje na geny kódující enzym glukuronyltransferáza. Jediná skupina, u které nebyly zaznamenány žádné výrazné znaky, byla skupina severních evropských plemen. Tato skutečnost napovídá, že tato plemena během svého vývoje zažila silnou redukci populace, což umožnilo výrazný genetický drift, který vyvolal změny u těchto plemen.

Jednotlivé skupiny s danými plemeny byly porovnávány vzhledem ke šlechtitelskému záměru. Plemena tak lze mimo jiné zařadit i do kategorií jako jsou plemena mléčná, masná, na vlákno nebo na produkci kůže. Geny související s kaseinem byly nalezeny pouze u evropských plemen zejména u italských a francouzských, což poukazuje na selekci (Bertolini et al. 2018).



Obrázek 4 Podrobný fylogenetický strom (Bertolini et al. 2018)

3.4.2 Plemena ovčí

U ovčí nalezneme přibližně 1200 plemen (Scherf & Pilling 2015).

Yurtman et al. (2021) se zabývali analýzou ovčí doby neolitu z oblasti Anatólie ve vztahu k dnešním plemenům. Neolitická ovce z oblasti Anatólie vykazuje větší genetickou podobu s evropskými plemeny než s plemeny z Asie a Afriky. Ovčí haploskupina B převažuje u evropských plemen stejně jako u neolitické ovce z Anatólie. Naopak ovce z mladé doby bronzové z Kyrgyzstánu jsou oproti neolitickým ovčím více geneticky podobné s plemeny asijskými než s evropskými. Asijská plemena a ovce z mladé doby bronzové spadají do haplotypu A (Yurtman et al. 2021).

Moderní plemena se dnes dají rozdělit do dvou rozdílných genetických skupin. Jedná se o západní skupinu, kam patří evropská plemena a východní skupinu, do které jsou řazena plemena africká, asijská a plemena z okolí středomořského moře (Li et al. 2020). Tato skutečnost může být důsledkem rozšíření domestikovaných zvířat z období neolitu do Evropy v období 7000-6000 před současností (Özdoğan 2011). Rozdělení plemen na západní a východní může být datováno od tohoto období. Tento jev, kdy máme dvě geneticky rozdílné skupiny, může být vysvětlen vícero domestikačními událostmi v Anatólii, které mohly probíhat paralelně domestikací místních *O. orientalis* neolitickými kmeny sídlícími v různých částech této oblasti. Druhá možnost je domestikace jedné populace ovce kruhorohé s možností introgrese ze strany divokých populací v době, než se domestikované ovce rozšířily spolu s obyvateli do dalších oblastí. Třetí možnost je domestikace jedné populace divokých ovčí s následným rozšířením do jiných částí a působením několik a efektů úzkého hrdla. Neposledním důležitým poznatkem je větší genetická podobnost dnešních plemen navzájem, než ke svým předkům v důsledku genetického toku z Afriky či Asie. Stejně změny proběhly i u plemen z oblasti Anatólie, kdy nálezy ovčí z neolitické Anatólie se geneticky více podobají evropským plemenům než anatólským (Yurtman et al. 2021). Stejná skutečnost se v této oblasti objevila i u lidského genofondu, kdy se dnešní lidé z Anatólie více geneticky shodují s dnešními Evropany, než s původním obyvatelstvem v této oblasti (Kılınc et al. 2016).

Zpětné mapování vývoje plemen je obtížný proces kvůli nedostatečným záznamům popisů plemen a užitkovosti v jejich dřívější podobě. Vývoj plemen za posledních 200 let byl vcelku značný a je tedy zřetelné, že plemena, jak je známe dnes jsou, odlišná od stejných plemen před několika staletími (Ryder 1964). Anglické plemeno datované do 18. století chované na masnou užitkovost je plemeno leicester, v 19. století jsou to pak například masná plemena suffolk či kerry hill, na kombinovanou užitkovost chování jedinci plemene clun forest. Anglická plemena jsou převážně zaměřena na masnou užitkovost a produkci vlny (Romanov et al. 2021).

Původní domestikované populace ovčí byly chovány na maso a populace s geny vhodnými pro chov na vlnu se rozšířily až později a stojí na počátku většiny dnešních evropských plemen. Pouze plemena vykazující primitivní znaky nevhodné pro produkci vlny jsou pravděpodobně potomky původních neolitických domestikovaných ovčí u kterých došlo k rozšíření zhruba 6000 let před současností (Cinar et al. 2015).

Španělská původní plemena zkřížená s arabskými a dalšími středomořskými jedinci dali vzniku plemenu merino. Jedná se o jemnovlnné plemeno s bílou vlnou. Během 18. století pak docházelo ke křížení merino ovčí s ovčemi původními v jiných zemích, kdy například

v Německu mohlo takto vzniknout plemeno merinoladschaf. Export merino ovcí probíhal i v 19. století do Austrálie a Nového Zélandu, kde sehráli důležitou roli v ekonomice daných států (Cinar et al. 2015).

Masná plemena jsou naopak zaměřena na produkci masa tedy na dobrou jatečnou výtěžnost, vysoký denní přírůstek při ohledu na kvalitu masa a dobrou konverzi živin. Masná plemena mají hrubší vlnu než plemena určená primárně na vlnu, zároveň menší výtěžnost vlny a menší počet obloučků, který je stejně jako jemnost vlny ukazatel její kvality.

Dojná plemena pak stejně jako masná plemena mají horší kvalitu vlny a její menší produkci. Zároveň je jatečná výtěžnost nižší než u masných plemen, mají menší denní přírůstky a větší spotřebu krmiva při výkrmu. Naopak excelují v produkci mléka nejen v celkových kilogramech za laktaci, která je delší, ale i po stránce obsahu jednotlivých složek mléka.

Podstatnou zmínkou jsou i naše národní plemena, která jsou zařazena do genových rezerv České republiky. Mezi tato plemena patří šumavská a valašská ovce.

Plemeno šumavská ovce prošlo regenerací s použitím kulturního dojného plemene východofrišské ovce v druhé polovině 20. století. Při regeneraci valašské ovce byly využity anglická plemena ševiot či romney kent. Vysoce prošlechtěná kulturní či přechodná plemena se podílela na ustálení či regeneraci lokálních plemen celosvětově (Haenlein 2006).

4 Závěr

Cílem této práce bylo shrnutí poznatků týkajících se problematiky domestikace se zaměřením na vybrané přežvýkavce (ovce domácí, koza domácí). U kozy domácí byl uveden původ (koza bezoárová), oblast a období domestikace (pohoří Zagros 9900-9700 let před současností a oblast Anatolie 10500 let před současností). U ovce domácí je pak nejpravděpodobnějším předkem ovce kruhorohá, domestikace probíhala v oblasti pohoří Zagros v období 10800 let před současností a v pohoří Taurus 10500 před současností.

V úvodní části práce byl vysvětlen pojem domestikace. Definice domestikace se v jednotlivých publikacích liší. Každá z používaných definic nahlíží na tento jev z jiného úhlu a komplexní definice by ztrácela na své přehlednosti a srozumitelnosti. Zjednodušená definice může znít: proces během kterého dochází k nenávratným dědičným změnám díky působení člověka na druh držený v zajetí, u kterého člověk kompletně ovládl jeho chov. Formulaci jednotné definice nezjednodušuje ani skutečnost existence vícero cest průběhu domestikace, kdy u kozy a ovce je způsob domestikace cesta kořisti.

Vyhodnocením několika recentních studií bylo zjištěno, že předkem kozy domácí je koza bezoárová. Zároveň byla potvrzena hypotéza, že do genotypu kozy domácí zasahují i geny z jiných divokých druhů, které se v oblastech domestikace nevyskytovaly a může se tedy jednat o společné geny z doby, kdy rod *Capra* nebyl rozdělen na několik druhů případně z doby bližší domestikaci jako je v případě předání genů od argali přes kozu bezoárovou do původní populace domestikovaných koz.

Podobná skutečnost byla zjištěna i u rodu *Ovis*. Na základě výsledků vědeckých studií je za předka ovce domácí považována ovce kruhorohá. Ovce kruhorohá nese společné geny s jinými divokými populacemi jako je například urial a jeho přispění po otcovské linii z doby před domestikací.

Část práce byla věnována i domestikačním změnám, které mohou být vysoce variabilní. Právě díky vysoké variabilitě těchto změn vznikl nespočet plemen jak u ovcí, tak u koz. Nejvíce variabilní a na první pohled nejlépe rozpoznatelné jsou změny barvy srsti, kdy se oba druhy v této práci zmiňované vzdálily od svých divokých podob ať už v podobě čistě bílých plemen jako je šumavská ovce a koza bílá krátkosrstá či plemen strakatých (Jakobova ovce). Variabilita je i v osrstění kdy vznikla typická dlouhosrstá plemena (kašmírová a angorská koza) nebo jemnovlnná plemena ovcí (merino). Další viditelnou změnou jsou změny v počtu, tvaru i přítomnosti rohů, kdy u Jakobovy ovce existuje variabilní počet rohů od 0 do 6. Jiné změny nejsou na první pohled vidět, kdy například u romanovské ovce existuje asezónní říje, kdy jsou schopné zabřeznout nezávisle na fotoperiodě.

Tato oblast stále nabízí mnohé neprobádané úseky. V následujících letech by mělo dojít k prozkoumání oblasti vlivu dalších divokých druhů, které konkrétní druhy a do jaké míry se na domestikaci podílely či jestli došlo k domestikaci ovcí a koz i z těchto jiných druhů. Dále pak upřesnit, kdy se tak stalo. Zdali se jedná o shodné geny s jiným druhem předané tisíce let před počátkem domestikace, či naopak tisíce let po prvotní domestikaci, respektive rozlišit přímého předka a introgresní geny jiného druhu jako v případě genů uriala u ovce kruhorohé.

5 Literatura

Alberto FJ et al. 2018. Convergent genomic signatures of domestication in sheep and goats. *Nature Communications* **9**:1-9.

Amills M, Capote J, Tosser-Klopp G. 2017. Goat domestication and breeding: a jigsaw of historical, biological and molecular data with missing pieces. *Animal Genetics* **48**:6321-644.

Bar Yosef D, Meadow R. 1995. 39-93 in *Last hunters, first farmers*. 1st edition. School of American Research Press, Santa Fe.

Bertolini F et al. 2018. Signatures of selection and environmental adaptation across the goat genome post-domestication. *Genetics Selection Evolution* **50**:1-24.

Braastad BO, Bakken M. 2002. Behaviour of Dogs and Cats. 173-192 in *The ethology of domestic animals: an introductory text*. 1st edition. CABI Publishing, Wallingford.

Brisbin IL, Risch TS. 1997. Primitive dogs, their ecology and behavior: Unique opportunities to study the early development of the human-canine bond. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **210**:1122-1126.

Bruford MW, Townsend SJ. 2006. Mitochondrial DNA Diversity in Modern Sheep: Implications for Domestication. 306-316 in *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*. 1st edition. University of California Press, London.

Ciani E et al. 2015. Merino and Merino-derived sheep breeds: a genome-wide intercontinental study. *Genetics Selection Evolution* **47**:1-11.

Cinar Kul B, Bilgen N, Lenstra JA, Korkmaz Agaoglu O, Akyuz B, Ertugrul O. 2015. Y-chromosomal variation of local goat breeds of Turkey close to the domestication centre. *Animal breeding and genetics* **132**:449-453.

Clutton-Brock J, Uerpmann H-P. 1974. The sheep of early Jericho. *Journal of Archaeological Science* **1**:261-274.

Clutton-Brock J. 1981. *Domesticated animals from early times*. 1st edition. Heinemann and British Museum (Natural History), London.

Clutton-Brock J. 1997. The Mammalian Remains from the Jericho Tell. *Proceedings of the Prehistoric Society* **45**:135-157.

Clutton-Brock J. 1999. *A Natural History of Domesticated Mammals*. 2nd edition. Cambridge university press, Cambridge.

Colli L et al. 2018. Genome-wide SNP profiling of worldwide goat populations reveals strong partitioning of diversity and highlights post-domestication migration routes. *Genetics Selection Evolution* **50**:1-20.

Corbet GB. 1978. *The mammals of the Palaearctic Region : a taxonomic review*. 1st edition. British Museum (Natural History), London.

Couturier MAJ. 1962. *Le Bouquetin des Alpes*. 1st edition. Allier, Grenoble.

Darwin C. 1859. *On the Origin of Species*. 1st edition. John Murray, London.

- Darwin C. 1868. *The Variation of Animals and Plants Under Domestication*. 1st edition. John Murray, London.
- Deng J et al. 2020. Paternal Origins and Migratory Episodes of Domestic Sheep. *Current Biology* **30**:4085-4095.
- Descola P. 2005. *Par-delà nature et culture*. 1st edition. Gallimard, Paris.
- Dinu A. 2009. The action of the masticatory muscles and cranial changes in pigs as results of domestication. *Documenta Prehistorica* **36**:207-218.
- Dong Y et al. 2015. Reference genome of wild goat (*capra aegagrus*) and sequencing of goat breeds provide insight into genic basis of goat domestication. *BMC Genomics* **16**:1-11.
- Fernández H, Hughes S, Vigne JD, Helmer D, Hodgins G, Miquel C, Hänni C, Luikart G, Taberlet P. 2006. Divergent mtDNA lineages of goats in an Early Neolithic site, far from the initial domestication areas. *PNAS* **103**:15375-15379.
- Freedman DG, King JA, Elliot O. 1961. Critical Period in the Social Development of Dogs. *Science* **133**:1016-1017.
- Fuller DQ, Allaby RG, Stevens C. 2010. Domestication as innovation: the entanglement of techniques, technology and chance in the domestication of cereal crops. *World Archaeology* **42**:13-28.
- Ervynck A, Dobney K, Hongo H, RM. 2001. Born Free? New Evidence for the Status of *Sus scrofa* at Neolithic Çayönü Tepesi. *Paléorient* **27**:47-73.
- Gall CF. 1991. Breed differences in adaptation of goats. 413-429 in *Genetic Resources of Pig, Sheep and Goat*. 2nd edition. Elsevier, Amsterdam.
- Gariépy J-L, Bauer DJ, Cairns RB. 2001. Selective breeding for differential aggression in mice provides evidence for heterochrony in social behaviours. *Animal Behaviour* **61**:933-947.
- Geist V. 1971. *Mountain sheep : a study in behavior and evolution*. 1st edition. The University of Chicago Press, Chicago.
- Geptner VG, Nasimovich AA, Bannikov AG. 1988. *Mammals of the Soviet Union*. 1st edition. Smithsonian Institution Libraries and National Science Foundation, Washington.
- Gkiasta M, Russell T, Shennan S, Steele J. 2015. Neolithic transition in Europe: the radiocarbon record revisited. *Antiquity* **77**:45-62.
- Haenlein GFW. 2006. About the evolution of goat and sheep milk production. *Small Ruminant Research* **68**:3-6.
- Hansen I, Christiansen F, Hansen HS, Braastad B, Bakken M. 2001. Variation in behavioural responses of ewes towards predator-related stimuli. *Applied Animal Behaviour Science* **70**:227-237.
- Harrison DL, Bates PJJ. 1991. *The mammals of Arabia*. 2nd edition. Harrison Zoological Museum, Kent.

Hassan FA. 1999. Climate and cattle in North Africa: a first approximation. 61-86 in *The Origins and Development of African Livestock Archaeology, Genetics, Linguistics and Ethnography*. 1st edition. Routledge, London.

Heindleder S, Kaupe B, Wassmuth R, Janke A. 2002. Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies. *Proceedings: Biological Sciences* 269:893-904.

Hemmer H. 1990. *Domestication: The Decline of Environmental Appreciation*. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge.

Her S et al. 2022. Broad maternal geographic origin of domestic sheep in Anatolia and the Zagros. *Animal Genetics* 53:452-459.

Hesse B. 1982. Slaughter Patterns and Domestication: The Beginnings of Pastoralism in Western Iran. *MAN* 17:403-417.

Horwitz L, Tchernov E, Ducos P, Becker C, Von Den Driesch A, Martin L, Garrard A. 1999. Animal Domestication in the southern Levant. *Paléorient* 25:63-80.

Chen SC. 1956. A history of the domestication and the factors of the varietal formation of the common goldfish, *Carassius auratus*. *Scientia Sinica* 5:287-321.

Chen S-Y, Duan Z-Y, Yiangyu J, Wu S-F, Zhang Y-P. 2006. Origin, genetic diversity, and population structure of Chinese domestic sheep. *Gene* 376:216-223.

Chen Z et al. 2021. Whole-genome sequence analysis unveils different origins of European and Asiatic mouflon and domestication-related genes in sheep. *Communications Biology* 4:1-15.

Chessa B et al. 2009. Revealing the History of Sheep Domestication Using Retrovirus Integrations. *Science* 324:532-536.

Itan Y, Powell A, Beaumont MA, Burger J, Thomas MG. 2009. The Origins of Lactase Persistence in Europe. *PLoS computational biology* 5:1-13.

Jackson N, Maddocks IG, Watts JE, Scobie D, Mason RS, Gordon-Thomson C, Stockwell S, Moore GPM. 2020. Evolution of the sheep coat: the impact of domestication on its structure and development. *Genetics Research* 102:1-8.

Jensen P. 2002. *The Ethology of Domestic Animals An Introduction Text*. 1st edition. The University of Chicago Press, Chicago.

Jing Y, Han J, Blench R. 2008. Livestock in ancient China: an archaeozoological perspective. 427-42 in *Past human migrations in East Africa: matching archaeology, linguistics and genetics*. 1st edition. Routledge, London.

Kılınç GM et al. 2016. The Demographic Development of the First Farmers in Anatolia. *Current Biology* 26:2659-2666.

Korshunov VM. 1994. Ecology of the bearded goat (*Capra aegagrus Erxleben 1777*) in Turkmenistan. 231-246 in *Biogeography and Ecology of Turkmenistan*. 3rd edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Kruska DCT. 2005. On the evolutionary significance of encephalization in some eutherian mammals: effects of adaptive radiation, domestication, and feralization. *Brain, Behavior and Evolution* **65**:73-108.

Kumar D, Yadav B, Choudhury S, Kumari P, Kumar Madan A, Singh SP, Rout PK, Ramchandran N, S. 2018. Evaluation of adaptability to different seasons in goat breeds of semi-arid region in India through differential expression pattern of heat shock protein genes. *Biological Rhythm Research* **49**:466-478.

Larson G, Burger J. 2013. A population genetics view of animal domestication. *Trends in Genetics* **29**:197-205.

Larson G, Fuller DQ. 2014. The Evolution of Animal Domestication. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* **66**:115-136.

Li X et al. 2020. Whole-genome resequencing of wild and domestic sheep identifies genes associated with morphological and agronomic traits. *Nature Communications* **11**:1-16.

Lira J, Linderholm A, Olaria C, Durling MB, Gimbert MTP, Ellegren H, Willerslev E, Lidén K, Arsuaga JL, Götherström A. 2010. Ancient DNA reveals traces of Iberian Neolithic and Bronze Age lineages in modern Iberian horses. *Molecular Ecology* **19**:64-78.

Luikart G, Gielly L, Excoffier L, Vigne JD, Bouvet J, Taberlet P. 2001. Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **98**:5927-32.

Luikart G, Fernández H, Mashkour M, England PR, Taberlet P. 2006. Origins and Diffusion of Domestic Goats Inferred from DNA Markers: Example Analyses of mtDNA, Y Chromosome, and Microsatellites. 294-305 in *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*. 1st edition. University of California Press, London.

Macíaz-cruz U, López-Baca MA, Vicinte R, Mejía A, Álvarez FR, Correa-Calderón A, Meza-Herrera CA, Mellado M, Guerra-Liera JE, Avendaño-Reyes L. 2016. Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region. *International Journal of Biometeorology* **60**:1279-1286.

Manceau V, Després L, Bouvet J, Taberlet P. 1999. Systematics of the genus *Capra* inferred from mitochondrial DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **13**:504-510.

Marshall F, Weissbrod L. 2011. Domestication Processes and Morphological Change: Through the Lens of the Donkey and African Pastoralism. *Current Anthropology* **52**:S397-S413.

Mason IL. 1984. *Evolution of domesticated animals*. 1st edition. Longman, London.

McManus C, Paludo GR, Louvandini H, Gugel R, Sasaki LCB, SA. 2009. Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. *Tropical Animal Health and Production* **41**:95-101.

McManus C, Louvandini H, Prado Paim T, Martins RS, Barcellos JOJ, Cardoso C, Guimarães AF, Santana OA. 2011. The challenge of sheep farming in the tropics: Aspects related to heat tolerance. *Revista Brasileira de Zootecnia* **40**:107-120.

Meadows JRS, Cemal I, Karaca O, Gootwine E, Kijas JW. 2007. Five ovine mitochondrial lineages identified from sheep breeds of the near East: Jennifer R S Meadows 1, Ibrahim Cemal, Orhan Karaca, Elisha Gootwine, James W Kijas. *Genetics* 175:1371-1379.

Meadows JRS, Heindleder S, Kijas JW. 2011. Haplogroup relationships between domestic and wild sheep resolved using a mitogenome panel. *Heredity* 106:700-706.

Naderi S, Rezaei H-R, Taberlet P, Zundel S, Rafat S-A, Naghash H-R, El-Barody MAA, Ertugrul O, Pompanon F. 2007. Large-Scale Mitochondrial DNA Analysis of the Domestic Goat Reveals Six Haplogroups with High Diversity. *PLOS One* 2:1-12.

Naderi S et al. 2008. The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA analysis of wild and domestic individuals. *PNAS* 105:17659-17664.

Nadler CF, Lay DM, Hassinger JD. 1971. Cytogenetic analyses of wild sheep populations in northern Iran. *Cytogenetics* 10:137-152.

Nadler C, Hoffmann R, Woolf A. 1973. G-band patterns as chromosomal markers, and the interpretation of chromosomal evolution in wild sheep (*Ovis*). *Experientia* 29:117-119.

Nowak RM. 1999. Walker's mammals of the world. 1st edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

O'Connell D, Scobie D, Hickey SM, Sumner RMW, Pearson AJ. 2012. Selection for yearling fleece weight and its effect on fleece shedding in New Zealand Wiltshire sheep. *Animal Production Science* 52:456-462.

O'Connor TP. 1997. Working at relationships: another look at animal domestication. *Antiquity* 71:149-156.

Outram AK, Stear NE, Bendrey R, Olsen S, Zaibert V, Thorpe N, Evershed RP. 2009. The Earliest Horse Harnessing and Milking. *Science* 323:1332-1335.

Özdoğan M. 2011. Archaeological Evidence on the Westward Expansion of Farming Communities from Eastern Anatolia to the Aegean and the Balkans. *Current Anthropology* 52:415-430.

Pedrosa S, Uzun M, Arranz J-J, Gutiérrez-Gil B, Primitivo FS, Bayón Y. 2005. Evidence of three maternal lineages in near eastern sheep supporting multiple domestication events. *Proceedings: Biological Sciences* 272:2211-2217. Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1559946/> (accessed January 17, 2023).

Pereira F, Queirós S, Gusmão L, Nijman IJ, Cuppen E, Lenstra JA, Consortium E, Davis SJM, Nejmeddine F, Amorim A. 2009. Tracing the History of Goat Pastoralism: New Clues from Mitochondrial and Y Chromosome DNA in North Africa. *Molecular Biology and Evolution* 26:2765-2773.

Porter V. 1996. Goats of the world. 1st edition. Farming Press, Ipswich.

Porter V, Alderson L, Hall S, Sponenberg P. 2016. Mason's world encyclopedia of livestock breeds and breeding. Volume 1 and Volume 2. 1st edition. CABI Publishing, Oxfordshire.

- Price EO. 1984. Behavior aspects of animal domestication. *The Quarterly Review of Biology* **59**:1-32.
- Price EO. 2002. *Animal Domestication and behavior*. CABI Publishing, New York.
- Price M, Hongo H. 2020. The Archaeology of Pig Domestication in Eurasia. *Journal of Archaeological Research* **28**:557-615.
- Qanbari S, Simianer H. 2014. Mapping signatures of positive selection in the genome of livestock. *Livestock Science* **166**:133-143.
- Rai DC, Rathaur A, Yadav AK, . 2022. Nutritional and nutraceutical properties of goat milk for human health: A review. *Indian Journal of Dairy Science* **75**:1-10.
- Rezaei HR, Naderi S, Chintauan-Marquier IC, Taberlet P, Virk AT, Naghash HR, Rioux D, Kaboli M, Pompanon F. 2010. Evolution and taxonomy of the wild species of the genus *Ovis* (Mammalia, Artiodactyla, Bovidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **54**:315-326.
- Rocha J, Chen S, Beja-Pereira A. 2011. Molecular evidence for fat-tailed sheep domestication. *Tropical Animal Health and Production* **43**:1237-1243.
- Romanov MN, Zinovieva NA, Griffin DK. 2021. British Sheep Breeds as a Part of World Sheep Gene Pool Landscape: Looking into Genomic Applications. *Animals* **11**:1-13.
- Ryder ML. 1960. A study of the coat of the Mouflon *Ovis musimon* with special reference to seasonal change. *Proceedings of the Zoological Society of London* **135**:387-408.
- Ryder M L. 1964. The history of sheep breeds in Britain. *The Agricultural History Review*, **12**:1-12.
- Ryder ML. 1984. Sheep. 63-85 in *Evolution of Domesticated Animals*. 1st edition. Longman, London.
- Sadleir RMFS. 1969. *The ecology of reproduction in wild and domestic mammals*. Methuen, London.
- Sanna D et al. 2015. The First Mitogenome of the Cyprus Mouflon (*Ovis gmelini ophion*): New Insights into the Phylogeny of the Genus *Ovis*. *PLOS One* **10**:1-23.
- Scott JP, Fuller JL. 1974. *Genetics and the Social Behavior of the Dog*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Schaller GB. 1977. *Mountain Monarchs, Wild Sheep and Goats of the Himalaya*. 1st edition. University of Chicago Press, Chicago.
- Scherf BD, Pilling D. 2015. *The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture*. 1st edition. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assess- ments, Rome.
- Siegel PB. 1975. Behavioural genetics. 20-42 in *The Behaviour of Domestic Animals*. 3rd edition. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Taberlet P, Valentini A, Rezaei HR, Naderi S, Pompanon F, Negrini R, Ajmone-Marsan P. 2008. Are cattle, sheep, and goats endangered species?. *Molecular Ecology* **17**:275-284.

- Tchernov E, Horwitz LK. 1991. Body size diminution under domestication: Unconscious selection in primeval domesticates. *Journal of Anthropological Archaeology* **10**:54-75.
- Trut LN. 1999. Early Canid Domestication: The Farm-Fox Experiment. *American Scientist* **87**:160-169.
- Trut L, Plyusnina IZ, Oskina IN. 2004. An Experiment on Fox Domestication and Debatable Issues of Evolution of the Dog. *Russian Journal of Genetics* **40**:644-655.
- Trut L, Oskina I, Kharlamova A. 2009. Animal evolution during domestication: the domesticated fox as a model. *BioEssays* **31**:349-360.
- Valdez R, Nadler CF, Bunch TD. 1978. Evolution of Wild Sheep in Iran. *Evolution* **32**:56-78.
- Valdez R. 1982. *The Wild Sheep of the World*. 1st edition. Mesilla, New Mexico.
- Vigne J-D, Carrère I, Briois F, Guialine J. 2011. The Early Process of Mammal Domestication in the Near East. *Current Anthropology* **52**:255-71.
- Vigne J-D, Peters J, Helmer D. 2005. *The First Steps of Animal Domestication New Archaeozoological Approaches*. 1st edition. Oxbow Books, Oxford.
- Wilkins AS, Wrangham RW, Fitch WT. 2014. The “Domestication Syndrome” in Mammals: A Unified Explanation Based on Neural Crest Cell. *Genetics* **197**:795-808.
- Yurtman E et al. 2021. Archaeogenetic analysis of Neolithic sheep from Anatolia suggests a complex demographic history since domestication. *Communications biology* **4**:1-11.
- Zákon č. 154/2000 Sb.: Zákon o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů (plemenářský zákon). 2000. Česká republika.
- Zeder M, Hesse B. 2000. The Initial Domestication of Goats (*Capra hircus*) in the Zagros Mountains 10,000 Years Ago. *Science* **287**:2254-2257.
- Zeder MA. 2012. The Domestication of Animals. *Journal of Anthropological Research* **68**:161-190.
- Zeder MA. 2015. Core questions in domestication research. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **112**:3191-3198.
- Zheng Z et al. 2020. The origin of domestication genes in goats. *Science advances* **6**:1-13.
- Zima J. 2019. Domáci savci a jejich původ. *Živa* **1**:42-45.
- Zohary D, Tchernov E, Horwitz LK. 1998. The role of unconscious selection in the domestication of sheep and goats. *The Journal of Zoology* **245**:129-135.

6 Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 Propojení modelu domestikálních cest a intenzity vztahu (Larson & Burger 2013)</i>	<i>10</i>
<i>Obrázek 2 Časová osa domestikace (převzato z Mignon-Grasteau et al 2005).....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 3 Fylogenetický strom dle Bertolini et al. 2018.....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 4 Podrobný fylogenetický strom (Bertolini et al. 2018).....</i>	<i>30</i>

7 Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled vhodných a nevhodných vlastností (Hale 1969, Price 1984, 2002)	13
--	----