

RODOVI LIPICANCEV SLOVENSKE REJE GLEDE NA HAPLOTIP MITOHONDRIJSKE DNK

Tatjana KAVAR ^{a)}+, Franc HABE ^{b)} in Peter DOVČ ^{c)}

^{a)} Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija.

⁺ Sedaj: Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, dr., mag.

^{b)} Isti naslov, kot ^{a)}, prof., dr.

^{c)} Isti naslov, kot ^{a)}, prof., dr., e-pošta: peter.dovc@bfro.uni-lj.si.

Delo je prispelo 01. septembra 2004, sprejeto 24. septembra 2004.

Received September 01, 2004, accepted September 24, 2004.

IZVLEČEK

Z analizo mitohondrijske DNK 53 lipicancev slovenske reje smo našli 17 različnih haplotipov mitohondrijske DNK. Deset haplotipov (Capriola, Allegra, Monteaura, Slavina, Batosta, Gratirosa, Wera, Betalka, Dubovina in Gaetana) je bilo značilnih za klasične lipicanske rodove, haplotip Thais za nov slovenski rod Rebecca in haplotipi M, C, Strana, Trompeta, Boka in Y za lipicanske rodove hrvaškega, romunskega ali madžarskega izvora. Visok delež haplotipov, značilnih za klasične rodove, je bil pričakovan, ker so v Sloveniji po letu 1947 želeli obnoviti lipicansko čredo predvsem s klasičnimi rodovi. Rezultati kažejo, da so bili trije klasični rodovi obnovljeni z lipicanci iz napačnih rodov; v teh rodovih imajo lipicanci slovenske reje namreč različne haplotipe kot lipicanci iz drugih evropskih držav. Več kot en haplotip smo našli znotraj štirih rodov, kar kaže na dodatne nepravilnosti v rodovnikih. Predlagamo, da se nepravilnosti odpravijo z uvedbo novih rodov in z manjšimi prerazporeditvami lipicancev med rodovi. Geografski izvor lipicanskih haplotipov ostaja večinoma neznan, toda haplotipa Allegra in Monteaura bi bila lahko španskega izvora, ker so taki haplotipi najbolj pogosti pri iberijskih (andaluzijskih in lusitano konjih) ter severno-afriških konjih (berberih). Kladrubiški izvor haplotipov Batosta in Slavina, ki sta značilna za lipicanska rodova kladrubiškega izvora Africa in Almerina, lahko potrdimo z odkritjem obeh haplotipov pri današnjih kladrubiških konjih; arabski izvor haplotipa Gaetana, ki je značilen za lipicanski rod arabskega izvora Gidrane, pa z visoko pogostostjo haplotipa Gaetana v populaciji arabskih konj.

Ključne besede: konji / pasme / lipicanec / molekularna genetika / mitohondrijska DNK / haplotipi / rodovniki / izvor

MITOCHONDRIAL DNA HAPLOTYPES IN SLOVENIAN LIPIZZAN MARE FAMILIES

ABSTRACT

Sequencing of mitochondrial DNA from 53 Slovenian Lipizzans revealed 17 distinct mtDNA haplotypes: ten haplotypes (Capriola, Allegra, Monteaura, Slavina, Batosta, Gratirosa, Wera, Betalka, Dubovina and Gaetana) were present in classical mare families, haplotype Thais in the new Slovenian mare family Rebecca and haplotypes C, M, Strana, Trompeta, Boka and Y in mare families of Croatian, Romanian or Hungarian origin. We expected large amount of "classical" haplotypes, because after 1947 the Lipizzan breed in Slovenia was re-established using mainly Lipizzans from classical mare families. However, Lipizzans from incorrect mare families were probably used for the recovery of three classical families and therefore in these three families Slovenian Lipizzans had different haplotypes than other European Lipizzans. Additional pedigree errors were detected in four families showing more than one haplotype. We

suggested that pedigree errors should be corrected by introduction of several new mare families and by minor re-distributions of Lipizzans among mare families. Geographical origin of the Lipizzan haplotypes remains uncertain, but haplotypes Allegra and Montaura could be of Spanish origin due to the highest frequency of these haplotypes in Iberian (Andalusian and Lusitano) and North African horses (Barbs). Kladrubian origin of haplotypes Batosta and Slavina, which are characteristic for Lipizzan mare families of Kladrubian origin, Africa and Almerina, could be supported by the presence of both haplotypes in the present Kladruber horses. The Arabic origin of haplotype Gaetana, which is characteristic for the Lipizzan mare family of Arabic origin, could be supported by the high frequency of the haplotype Gaetana in Arabian horses.

Key words: horses / breeds / Lipizzan horse / molecular genetics / mitochondrial DNA / haplotypes / pedigrees / origin

UVOD

Lipicanci slovenske reje se po rodovniških podatkih, zbranih v Rodovni knjigi lipicancev slovenske reje (Pangos, 1999) uvrščajo v štirinajst klasičnih rodov, v nov slovenski rod Rebecca in v hrvaška rodova Margit in Munja. Z izmenjavami med kobilarnami so iz madžarske kobilarne Szilvasvarad v kobilarno Lipica dobili še lipicance iz rodu S14 Marquese (preglednica 1, stolpec A). Klasični lipicanski rodovi so bili oblikovani v kobilarni Lipica pred II. svetovno vojno. Tam je bil oblikovan tudi nov slovenski rod Rebecca, vendar po II. svetovni vojni, medtem ko so bili hrvaški, madžarski in romunski rodovi oblikovani večinoma v zasebnih ali vojaških kobilarnah v nekdanji Avstro-ogrski (Ouhlela, 1996). Začetnice ali pramatere lipicanskih rodov so bile običajno kraškega, španskega, staro-italijanskega ali arabskega porekla (Dolenc, 1980).

Informacije o rodovih kobil lahko dobimo iz rodovniških podatkov, lahko pa tudi z analizo mitohondrijske DNK. Pri vseh lipicancih iz istega rodu namreč lahko pričakujemo enako nukleotidno zaporedje oz. enak haplotip mitohondrijske DNK, saj se mitohondrijska DNK deduje samo po materi, pogostnost mutacij pa je v relativno kratkih časovnih odsekih, ki jih predstavlja zgodovina kulturnih pasem konj, relativno nizka. Zato lahko predvidevamo, da so začetnice lipicanskih rodov kobil oz. pramatere imele enak haplotip kot ga imajo njihovi potomci po ženski liniji še danes. Zato primeri, ko ugotovimo različne haplotipe pri lipicancih, ki naj bi se po rodovniških podatkih uvrščali v isti rod, kažejo na nepravilnosti v rodovnikih.










V prejšnji raziskavi (Kavar in sod., 2002) smo z analizo 212 lipicancev iz osmih evropskih kobilarn: Lipica (SI), Piber (A), Monterotondo (I), Đakovo (Hr), Szilvasvarad (H), Topolcianky (Sk), Beclean (Ro) in Fagaras (Ro), že opisali 56 lipicanskih rodov kobil s 37 različnimi haplotipi mitohondrijske DNK. S to analizo smo takrat našli tudi 25 napak v rodovnikih lipicancev.

V tej raziskavi smo genetske podatke o lipicancih iz kobilarne Lipica, ki so bili znani že iz prejšnje raziskave, dopolnili še s podatki o lipicancih Združenja rejcev lipicanca Slovenije (ZRLS). Z zbranimi podatki smo želeli ugotoviti:

- kateri haplotipi mitohondrijske DNK so značilni za lipicance slovenske reje,
- od kod bi ti haplotipi lahko izvirali,
- ali genetski podatki potrjujejo rodovniške podatke iz Rodovne knjige lipicancev slovenske reje (Pangos, 1999) in
- ali se po posameznih rodovih haplotipi lipicancev slovenske reje morebiti ne razlikujejo od haplotipov, ki smo jih našli pri lipicancih v drugih evropskih državah.

Preglednica 1. Haplotipi mitohondrijske DNK po rodovih kobil. Stolpec A – Lipicanski rodovi kobil v Sloveniji ter kraj rojstva ali pasma začetnice rodu kobil. Stolpec B – Haplotipi, ugotovljeni pri lipicancih slovenske reje. Stolpec C – Frekvence haplotipov, ugotovljene v prejšnji raziskavi (Kavar in sod., 2002) pri lipicancih iz kobilarne Lipica, Piber, Monterotondo, Đakovo, Szilvasvarad, Topolcianky, Beclean in Fagaras.

Table 1. Mitochondrial DNA haplotypes by mare family. Column A – Lipizzan mare families in Slovenia, including place of birth or breed of the founder mare. Column B – haplotypes found in Slovenian Lipizzans. Column C – Haplotype frequencies in Lipizzans from studs Lipica, Piber, Monterotondo, Đakovo, Szilvasvarad, Topolcianky, Beclean and Fagaras, as detected in our previous study (Kavar *et al.*, 2002).

A	B	C
Klasični rodovi / Classical mare families		
SARDINIA Lipica (SI)	Betalka	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Capriola <input checked="" type="checkbox"/> Betalka <input checked="" type="checkbox"/> Monteaura
SPADIGLA Lipica (SI)	Monteaura	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Monteaura <input checked="" type="checkbox"/> Batosta <input checked="" type="checkbox"/> Dubovina
ARGENTINA Lipica (SI)	Capriola	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Capriola <input checked="" type="checkbox"/> X
AFRICA Kladruby (Cz)	Batosta Boka	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Batosta <input checked="" type="checkbox"/> Monteaura
ALMERINA Kladruby (Cz)	Slavina	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Slavina <input checked="" type="checkbox"/> Allegra
PRESCIANA Kladruby (Cz)	Capriola	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Capriola <input checked="" type="checkbox"/> Allegra <input checked="" type="checkbox"/> Slavina
ENGLANDERIA Kladruby (Cz)	Allegra	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Allegra
EUROPA* Kladruby (Cz)	Trompeta	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> U
STORNELLA Kopčany (Sk)	Allegra	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Capriola <input checked="" type="checkbox"/> Allegra
DEFLORATA Frederiksborg (Dn)	Capriola, Betalka Gaetana	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Capriola Allegra <input checked="" type="checkbox"/>
GIDRANE čistokrvna arabka	Gaetana Y Capriola	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Gaetana
DJEBRIN Radautz (Ro)	Dubovina	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Dubovina
MERCURIO Radautz (Ro)	Gratiosa	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Gratiosa
THEODOROSTA Radautz (Ro)	Wera	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Wera <input checked="" type="checkbox"/> Allegra <input checked="" type="checkbox"/> U
Nov slovenski rod / New Slovenian mare family		
REBECCA Vrbik (Hr)	Thais	 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Thais

nadaljevanje na naslednji strani

A	B	C
Hrvaški rodovi / Croatian mare families		
MARGIT Terezovac (Hr)	C	○ □ D
MUNJA Đakovo (Hr)	Gaetana, Strana	○ □ Gaetana ■ Strana ▣ Slavina
Madžarski rod /Hungarian mare family		
S14 Marquese Mezohegjes (H)	M	○ □ M

*V Rodovni knjigi lipicancev slovenske reje (Pangos, 1999) so lipicanci s haplotipom Trompeta uvrščeni v rod Europa, toda po rodovniških in genetskih podatkih je bila pramater teh lipicancev Triglava, rojena 1916. / Lipizzans with the haplotype Trompeta could be found within the mare family Europa in the Studbook of Slovenian Lipizzans (Pangos, 1999), but according to the pedigree and genetic data, founder mare of these Lipizzans was Triglava (born in 1916).

MATERIAL IN METODE

V okviru projekta Slovenski lipicanec so bili v letih 2001 in 2002, zbrani krvni vzorci lipicancev ZRLS in lipicancev iz kobilarne Lipica. Izmed njih smo načrtno, po rodovniških podatkih, za analizo izbrali 19 vzorcev. Prednostno smo izbirali vzorce lipicancev iz rodov, ki doslej še niso bili analizirani, oz. v rodovih z že analiziranimi vzorci, vzorce iz bolj oddaljenih vej. Izbrani vzorci naj bi v kombinaciji s 35 vzorci lipicancev slovenske reje, analiziranimi v prejšnjih raziskavah (Kavar in sod., 1999, 2002), enakomerno pokrili vse lipicanske rodove v Sloveniji.

Po že opisanih protokolih (Kavar *in sod.*, 2002) smo pomnožili kontrolno regijo mitohondrijske DNK z verižno reakcijo s polimerazo (PCR). Pomnožene fragmente DNK smo uporabili za določitev nukleotidnega zaporedja z avtomatskim sekvenatorjem ABI Prism 310 (Applied Biosystems). Nukleotidna zaporedja smo poravnali z referenčnim zaporedjem GenBank X79547 (Xu in Arnason, 1994) ter s 37 že znanimi haplotipi lipicancev (Kavar in sod., 1999, 2002). Genetske razdalje smo ocenili po Kimura dvo-parametrski metodi s programom Phylip (Felsenstein, 1993). Z istim programom smo po metodi »združevanja sosedov« konstruirali NJ drevo. Za grafično predstavitev drevesa smo uporabili program TreeView (Page, 1998).

REZULTATI IN RAZPRAVA

Haplotipi

Z analizo mitohondrijske DNK lipicancev slovenske reje smo našli 17 različnih haplotipov. Polimorfna mesta predstavljamo v preglednici 2, nukleotidna zaporedja pa so na voljo v bazi GenBank. Haplotipe smo poimenovali z imeni lipicancev (npr. Allegra, Capriola, Monteaura) ali s črkami (A, B, C, ...). Vsi razen dveh (haplotipa Boka in Y) so bili pri lipicancih ugotovljeni že v prejšnjih raziskavah (Kavar in sod., 1999; Kavar in sod., 2002).

1, stolpec C, vrstica Gidrane). Konji s haplotipom Y zato v rod Gidrane ne spadajo in bi jih bilo potrebno uvrstiti v nov rod. V rod Gidrane prav tako ne spadajo lipicanci s haplotipom Capriola.

V rodu Deflorata je situacija nekoliko drugačna. Za ta rod je zelo verjetno značilen haplotip Capriola, zato lipicanci z drugačnimi haplotipi v ta rod ne sodijo. V primeru vzorcev s haplotipi Betalka je do pomote prišlo le pri razvrščanju po rodovih kobil v Rodovni knjigi. Vzorca s haplotipom Betalka se po rodovniških podatkih uvrščajo v klasičen rod Capriola in ne v rod Deflorata. Rodovniške podatke potrjujejo tudi genetski. Za rod Capriola je namreč značilen prav haplotip Betalka (Kavar, 2000). Predvidevamo, da je do napake v Rodovni knjigi prišlo zaradi podobnih imen, ki se pojavljajo v rodovih Capriola in Deflorata. Predlagamo, da se lipicance s haplotipom Betalka iz rodu Deflorata uvrsti v klasičen rod Capriola.

Tretji primer neskladij med genetskimi in rodovniškimi podatki smo opazili znotraj rodu Munja, kjer je bil za eno linijo značilen haplotip Strana, za drugo pa haplotip Gaetana. Ker je haplotip Gaetana značilen za rod Gidrane, bi bil za rod Munja lahko značilen haplotip Strana. Še posebej, ker haplotipa Strana v drugih lipicanskih rodovih ne zasledimo. Predlagamo, da se lipicance s haplotipom Gaetana uvrsti v rod Gidrane, lipicanci s haplotipom Strana pa naj ostanejo v rodu Munja.

Nadaljnja tri neskladja smo opazili v rodovih Sardinia, Argentina in Europa, ko smo haplotipe, ki smo jih našli pri lipicancih slovenske reje, primerjali s haplotipi lipicancev iz osmih evropskih lipicanskih kobilarn (Piber, Monterotondo, Đakovo, Szilvasvarad, Topolcianky, Beclean in Fagaras).

Vsi lipicanci slovenske reje iz rodu Sardinia se uvrščajo v isto izmed treh že dalj časa ločenih vej znotraj rodu Sardinia, in za vse lipicance iz te veje je značilen haplotip Betalka. Lipicanci iz drugih evropskih kobilarn se v glavnem uvrščajo v preostali dve veji, in imajo haplotip Capriola. Kakšen haplotip je imela začetnica rodu Sardinia ne vemo zanesljivo, ker možnosti, da je bilo v rodovniku roda Sardinia več napak, ne moremo izključiti. V primeru, da je v tem rodu res prišlo samo do ene napake, je Sardinia imela haplotip Capriola, torej najpogostejši haplotip pri lipicancih, značilen za več kot četrtino lipicancev (Kavar in sod., 2002). Za oba haplotipa (Capriola in Betalka) velja, da so jih imeli lipicanci že vsaj pred dvestotimi leti, in da zato oba nedvomno spadata med haplotipe, značilne za klasične lipicanske rodove.

Znotraj rodu Argentina je za vejo, v katero se uvrščajo vsi lipicanci slovenske reje, značilen haplotip Capriola. Torej haplotip, ki je značilen še za nekaj drugih lipicanskih rodov. Pri vzorcih iz druge linije smo našli, bodisi haplotip Capriola, bodisi haplotip X. Ker je bil haplotip X značilen za vzorce iz italijanske kobilarne Monterotondo, v kateri naj bi bili bolj ali manj le lipicanci, ki izvirajo iz stare lipicanske črede, menimo, da je haplotip X tudi eden od haplotipov, značilnih za klasične rodove kobil. Zato je možno, da v Sloveniji ni lipicancev iz klasičnega rodu kobil z značilnim haplotipom X.

Tretje neskladje smo opazili v rodu Europa, kjer so vsi lipicanci slovenske reje imeli haplotip Trompeta, medtem ko so lipicanci iz istega rodu v drugih državah imeli haplotip U. Ime Trompeta je bilo pogosto tako pri prednicah lipicancev s haplotipom Trompeta, kot pri lipicancih s haplotipom U. Rodovniki lipicancev s haplotipom U so znani do začetka 19. st. in vemo tudi, da so lipicance s haplotipom U imeli že v stari Lipici. Haplotip U zato lahko brez večjega tveganja uvrstimo med haplotipe, značilne za klasične rodove, česar pa za haplotip Trompeta ne moremo reči. Rodovniki lipicancev s haplotipom Trompeta so znani samo do Triglave, roj. leta 1916. Njeni potomci so živeli v kobilarnah v Stančič in Seleš, in so v Lipico prišli šele po 2. svetovni vojni. Haplotip Trompeta se zato verjetno uvršča med haplotipe, značilne za rodove kobil hrvaškega izvora. Predlagamo tudi, da se lipicance s haplotipom Trompeta uvrsti v nov rod, in ne več v rod Europa.

V primeru vzorcev iz rodu Margit, kjer smo prav tako opazili dva različna haplotipa (C in D) gre lahko spet za napako v rodovnikih, možno pa je tudi, da je prišlo do nove mutacije znotraj istega rodu. Razlika med haplotipoma C in D je namreč na enem samem nukleotidnem mestu.

Na splošno lahko rečemo, da število napak ni veliko, in da bi bilo zaradi tega smiselno narediti nekaj popravkov, s katerimi bi uskladili rodovniške podatke o rodu kobil z genetskimi podatki (haplotipi). V nasprotnem primeru se bodo vse napake ohranjale tudi v naslednjih generacijah lipicancev. Naj omenimo še, da neskladje genetskih in rodovniških podatkov ni specifičen problem lipicanske pasme. Do zelo podobnih ugotovitev so prišli tudi s preverjanjem arabskih rodov kobil (Bowling in sod., 2000) in rodov kobil pri angleških polnokrvnih konjih (Hill in sod., 2002).

Izvor lipicanskih haplotipov

Lipicanski haplotipi se uvrščajo v štiri glavne skupine haplotipov: C1, C2, C3 in C4 (slika 1). Vsako skupino haplotipov povezujejo iste skupne mutacije. Npr. haplotipe iz skupine C4 povezujejo mutacije na mestih 15494, 15496, 15534, 15603, 15635, 16407 in 16563a (preglednica 2), ki so se zgodile in fiksirale pri skupnih prednikih po materini strani današnjih konj s haplotipi iz skupine C4.

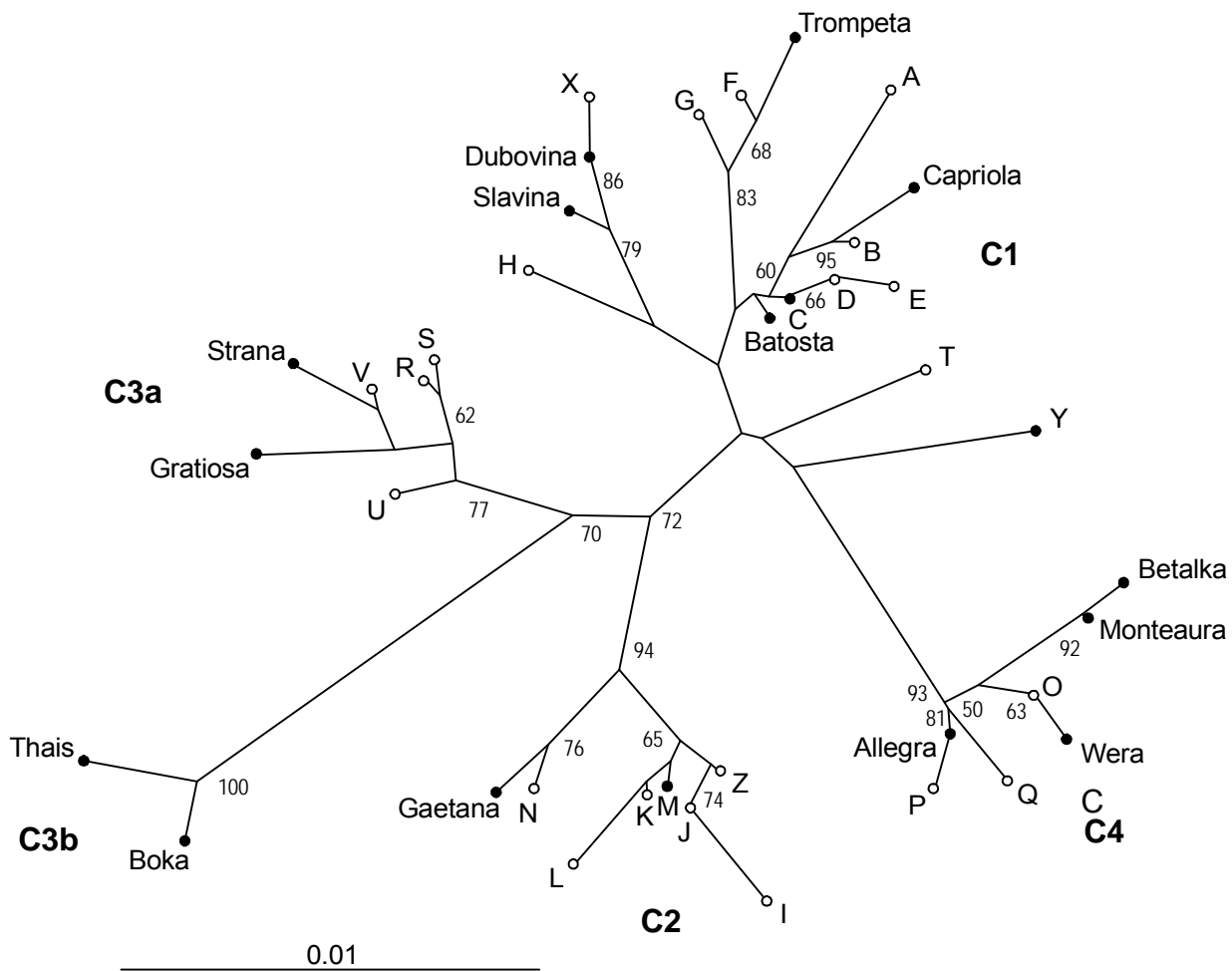
Kaže, da imajo lipicanci skupne bližnje prednike z drugimi domačimi konji, saj je primerjava lipicanskih haplotipov s haplotipi drugih pasem konj pokazala, da so lipicanski haplotipi zelo podobni, večkrat tudi enaki haplotipom, ki so jih našli pri drugih pasmah konj. Ti skupni bližnji predniki domačih konj so bili verjetno udomačeni v obdobju pred okrog 6000 do 4000 leti (Clutton-Brock, 1999). Genetski podatki kažejo, da je bilo udomačenih veliko število konj iz več različnih populacij divjih konj (Vila in sod., 2001; Jansen in sod., 2002)

Ker so se v preteklosti verjetno dogajale številne migracije konj, je danes skupine haplotipov zelo težko povezati z določeno fenotipsko skupino konj (poniji, orientalski konji, težki hladnokrvni konji, itd.). Običajno namreč v večini pasem ugotovijo haplotipe iz vseh štirih glavnih skupin haplotipov (C1-C4), tako kot smo to ugotovili tudi pri lipicancih. Do nedavnega je zato prevladovalo mnenje, da vsi domači konji izvirajo iz ene večje populacije divjih konj. Ta naj bi vsebovala konje s haplotipi iz vseh štirih glavnih skupin (Lister, 1998); pri čemer naj bi različne fenotipske skupine nastale šele po udomačitvi konj s kombinacijo umetne in naravne selekcije (prilagoditev na okoljske dejavnike) (Clutton-Brock, 1999). Zadnja raziskava (Jansen in sod., 2002) pa kaže, da nekaj povezav med skupinami haplotipov in geografskim izvorom oz. fenotipsko skupino le obstoji.

Tako naj bi bila skupina haplotipov C3a (slika 1) značilna predvsem za konje iz srednje Evrope, Britanskega otočja, Skandinavije in Islandije, oz. za »exmoor«, fjordske, islandske in škotske »highland« ponije (Jansen in sod., 2002). V to skupino se uvrščata tudi dva haplotipa lipicancev slovenske reje. Haplotip Strana, ki je značilen za hrvaški rod Munja, ter haplotip Gratirosa, ki je značilen za arabski rod Mercurio. Jansen in sod. (2002) to skupino imenujejo C1, skupino, ki jo bomo omenjali v naslednjem odstavku pa D1.

Ker naj bi pri nastanku lipicancev sodelovali tudi španski konji, je za nas zanimiva ugotovitev, da naj bi bila za iberijske (andaluzijske in lusitano konje) ter severno-afriške konje berbere značilna skupina haplotipov C4 oz. predvsem haplotipa Allegra in Monteaura (Jansen in sod., 2002). Oba haplotipa smo našli tudi pri lipicancih slovenske reje. Haplotip Allegra je bil značilen za pet rodov, med drugim tudi za klasična rodova Englanderia in Stornella, ki izvirata iz češke kobilarne Kladruby (preglednica 1). Ker naj bi v tej kobilarni imeli predvsem konje španskega porekla, haplotip Allegra v rodovih Englanderia in Stornella ne preseneča. Haplotip Monteaura, ki naj bi bil prav tako značilen za španske oz. severno-afriške konje, smo našli v kraškem rodu Spadigla. To lahko pomeni, da rod Spadigla izvira iz španskih konj, ki naj bi jih v 16., 17., ali 18. stoletju uvozili iz Španije. Skoraj enako verjetna se nam zdi tudi možnost po kateri naj bi haplotip Monteaura sicer izhajal iz konj, ki so bili udomačeni na področju severne Afrike, vendar naj bi konji s tem haplotipom v naše kraje prišli že prej, lahko tudi pred več tisoč leti. Haplotip Monteaura namreč sodi med tiste haplotipe, ki so pri domačih konjih zelo pogosti.

Znanih je vsaj okrog 17 takih zelo pogostih haplotipov (Jansen in sod., 2002). Od lipicanskih haplotipov, poleg haplotipa Monteaura, mednje lahko uvrstimo vsaj še haplotipe Gaetana, Allegra, Capriola in Dubovina. Za te zelo pogoste haplotipe velja, da jih lahko najdemo v fenotipsko zelo različnih pasmah. Menimo, da so take haplotipe imeli že vsaj prvi udomačeni konji. Gre torej za »starejše« haplotipe, iz katerih so kasneje, z novimi mutacijami, nastajali »novejši« haplotipi. Dva taka tipična primera »novejših« haplotipov zasledimo tudi pri lipicancih slovenske reje. Tako naj bi haplotip Betalka nastal iz haplotipa Monteaura, haplotip X pa iz tudi zelo pogostega haplotipa Dubovina, ki je tudi zelo pogost pri domačih konjih. Tako haplotip Betalka kot haplotip X sodita med bolj redke haplotipe. Haplotip Betalka smo našli samo pri lipicancih, haplotip X pa še pri konju z oznako PO2 (Mirol in sod., 2003). Menimo, da nam bodo prav taki novejši haplotipi, zaradi večje specifičnosti, v prihodnosti v pomoč pri ugotavljanju migracij in povezav med pasmami.



Slika 1. Odnosi med 39 lipicanskimi haplotipi mitohondrijske DNK predstavljeni z NJ drevesom. Sedemnajst haplotipov lipicancev slovenske reje je označenih s črnimi krogi.

Figure 1. Relationship among 39 Lipizzan mitochondrial DNA haplotypes presented by NJ tree. The circles representing 17 haplotypes of Slovenian Lipizzan are black.

Opazili smo tudi nekaj povezav med haplotipi in pasmo, iz katere naj bi izvirali lipicanski rodovi. Tako je bil najbolj pogost haplotip v populaciji arabskih konj, registriranih v ZDA s 16 % prav haplotip, ki smo ga pri lipicancih poimenovali Gaetana (Bowling in sod., 2000).

Značilen je za lipicanski rod arabskega izvora Gidrane (preglednica 1). Po rodovniških podatkih naj bi bila začetnica tega rodu polnokrvna arabka OX Gidrane. Zato ta povezava med lipicansko in arabsko pasmo verjetno ni zgolj naključna. Verjetno tudi ni naključje, da smo pri kladrubskih konjih zasledili haplotipa Batosta in Slavina. Torej enaka haplotipa kot v klasičnih lipicanskih rodovih kladrubskega porekla: Africa in Almerina (preglednica 1). Da gre za naključje je malo verjetno še posebej zato, ker oba haplotipa spadata med zelo redke haplotipe, in jih razen pri kladrubskih in lipicanskih konjih še niso našli.

O izvoru v lipicanski pasmi najbolj pogostega haplotipa Capriola, ki je značilen za več lipicanskih rodov kobil, med drugimi tudi za kraški rod Argentina, danski rod Deflorata in kladrubski rod Presciana, lahko samo ugibamo, saj tudi haplotip Capriola spada med zelo pogoste haplotipe pri domačih konjih. Našli so ga denimo pri Connemara ponijih, trakencih, fjordskih ponijih, dülmenerskih konjih, holštajncih, arabcih in berberih.

VIRI

- Bowling, A.T./ Del Valle, A./ Bowling, M. A pedigree-based study of mitochondrial D-loop DNA sequence variation among Arabian horses. *Anim. Genet.*, 31(2000)1, 1–7.
- Clutton-Brock, J. A natural history of domesticated mammals, 2nd edn. Cambridge, New York, Melbourne, Cambridge University Press, 1999, 238 s.
- Dolenc, M. Lipica. Ljubljana, Mladinska knjiga, Lipica: kobilarna, 1980, 96 s.
- Felsenstein, J. PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.5c., Univ. of Washington, Dept. of Genetics, Seattle, 1993.
- Hill, E.W./ Bradley, D.G./ Al-Barody, M./ Ertugrul, O./ Splan, R.K./ Zakharov, I./ Cunningham, E.P. History and integrity of thoroughbred dam lines revealed in equine mtDNA variation. *Animal Genetics*, 33(2002), 287–294.
- Jansen, T./ Forster, P./ Levine, M.A./ Oelke, H./ Hurler, M./ Renfrew, C./ Weber, J./ Olek, K. Mitochondrial DNA and the origins of the domestic horse. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 99(2002)16, 10905–10910.
- Kavar, T. Ocena genetske raznolikosti v populaciji konj lipicanske pasme. Doktorska disertacija. Domžale, Univ. v Ljubljani, 2001, 118 s.
- Kavar, T./ Brem, G./ Habe, F./ Sölkner, J./ Dovč, P. History of Lipizzan horse maternal lines as revealed by mtDNA analysis. *Genet. Sel. Evol.* 34(2002), 635–548.
- Kavar, T./ Habe, F./ Brem, G./ Dovč, P. Mitochondrial D-loop sequence variation among the 16 maternal lines of the Lipizzan horse breed. *Anim. Genet.* 30(1999), 423–430.
- Lister, A.M./ Kadwell, M./ Kaagan, L.M./ Jordan, W.C./ Richards, M.B./ Stanley, H.E. Ancient and modern DNA in a study of horse domestication. *Ancient Biomolecules*, 2(1998), 267–280.
- Mirol, P.M./ Peral García, P./ Vega-Pla, J.L./ Dulout, F.N. Phylogenetic relationship of Argentinean Creole horses and other South American and Spanish breeds inferred from mitochondrial DNA sequences. *Anim. Genet.*, 33(2002), 356–363.
- Ouhlela, J. Züchterische Standards in der Lipizzanerpferde-population. Habilitationsarbeit Brno – Piber, Fachtierarzt für Pferde und Tierzucht, 1996, 120 s.
- Page, R.D.M. Treeview (Win32), University of Glasgow, Division of Environmental and Evolutionary biology Institute of Biomedical and Life Sciences, Glasgow, 1998.
- Pangos, J. Rodovna knjiga lipicancev slovenske reje. Lipica, Kobilarna Lipica, 1999, 254 s.
- Vila, C./ Leonard, J.A./ Gotherstrom, A./ Marklund, S./ Sandberg, K./ Liden, K./ Wayne, R.K./ Ellegren, H. Widespread origins of domestic horse lineages. *Science*, 291(2001), 474–477.
- Xu, X./ Arnason, U. The complete mitochondrial DNA sequence of the horse, *Equus caballus*: extensive heteroplasmy of the control region. *Gene*, 148(1994), 357–362.