

## KRANIOMETRIJSKA DIFERENCIJACIJA ŠAKALA (*Canis aureus* L.,1758) U BUGARSKOJ

Stoyanov, S.<sup>1</sup>

**Sažetak:** Merenja oblika lobanje šakala u Bugarskoj urađeno je na kolekciji od 293 lobanje, a pol i godine bili su poznati za 223 lobanje. Šezdeset tri merenja su urađena na svakom uzorku. Razne uporedne i statističke analize uključuju standardne statistike, t-test, QQ dijagrame, Shapiro Wilk test, analizu glavnih komponentata i analizu sortiranja. Sva merenja su urađena uobičajenim redom. Lobanje muških šakala bile su veće od lobanja ženki, posebno kod mladih. Sortiranjem je ispravno klasifikovano 97,3% muških i 100% ženskih šakala. PCA je utvrdio razliku između bugarskog i dalmatinskog šakala, gde je lobanja dalmatinskog šakala šira i kraća. Samim tim CIC-u se mogu predložiti na usvajanje različiti kriterijumi trofejih nagrada za zlatne šakale. Zlatne medalje bi trebalo da dobiju oni sa rezultatom 26,5 poena, srebrnu medalju oni sa 26 a bronzanu sa 25,5.

**Cljučne reči:** Šakal, Canidae, merenje oblika lobanje, polni dimorfizam, multivarijantna analiza.

### Uvod

Šakal je jedna od najrasprostranjenijih vrsta canida, koja se javlja u jugoistočnoj Evropi, severnoj i istočnoj Africi, u velikom delu Azije, od istoka u pravcu Tajlanda [5]. Severna granica populacije u Evropi je duž Dunava u Rumuniji i bivšoj Jugoslaviji (14). U Evropi šakali se javljaju u severnoj Italiji, Slovačkoj, Austriji, Mađarskoj, severnoj Poljskoj, Sloveniji, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Albaniji, Crnoj Gori, Srbiji, Grčkoj, Rumuniji a najveću koncentraciju imaju na Balkanskom poluostrvu. Broj šakala je u opadanju i nalaze se na nacionalnoj Crvenoj listi u Grčkoj (9). Vrsta se proširila u Evropi, pre svega u Bugarskoj. Između 1960. i 1980. vrsta se uvaćala čak 33 puta i sada je to najbrojnija populacija šakala u Evropi [7,14]. Čopori šakala primećeni su u severnoistočnoj Italiji, Sloveniji, Mađarskoj, Austriji, Slovačkoj i Makedoniji [3,14].

Šakali postaju vrsta velikog ekonomskog uticaja u Evropi zbog povećanja njihovog broja i uticaja na pad broja lovine, ali njihova taksonomija i morfometrika su slabo poznate. Dvanaest podvrsta je izdvojeno. Međutim, postoji mnogo varijacija i cela populacija treba da se podvrgne ponovnom ispitivanju koje bi bilo sprovedeno uz korišćenje savremenih molekularnih tehnika [28]. Kranimetrička ispitivanja o zlatnom šakalu su oskudna, uključujući i mali broj merenja a pri tom ni jedna statistička analiza nije urađena. Jedini izuzetak u Evropi je studija o varijabilnosti zlatnih šakala u Dalmaciji [15]. Jedino se neki kranimetrički podaci se mogu naći [5]. Razumevanje obrazaca i razlike kranimetrike šakala su od ključnog značaja za njihovu taksonomiju i mogu da doprinesu napretku kontrole upravljanja i održanja vrste. Cilj ove studije je da se otkriju razlike između lobanje zlatnog šakala u Bugarskoj i onih iz drugih regija naseljenih zlatnim šakalima.

### Material and method rada

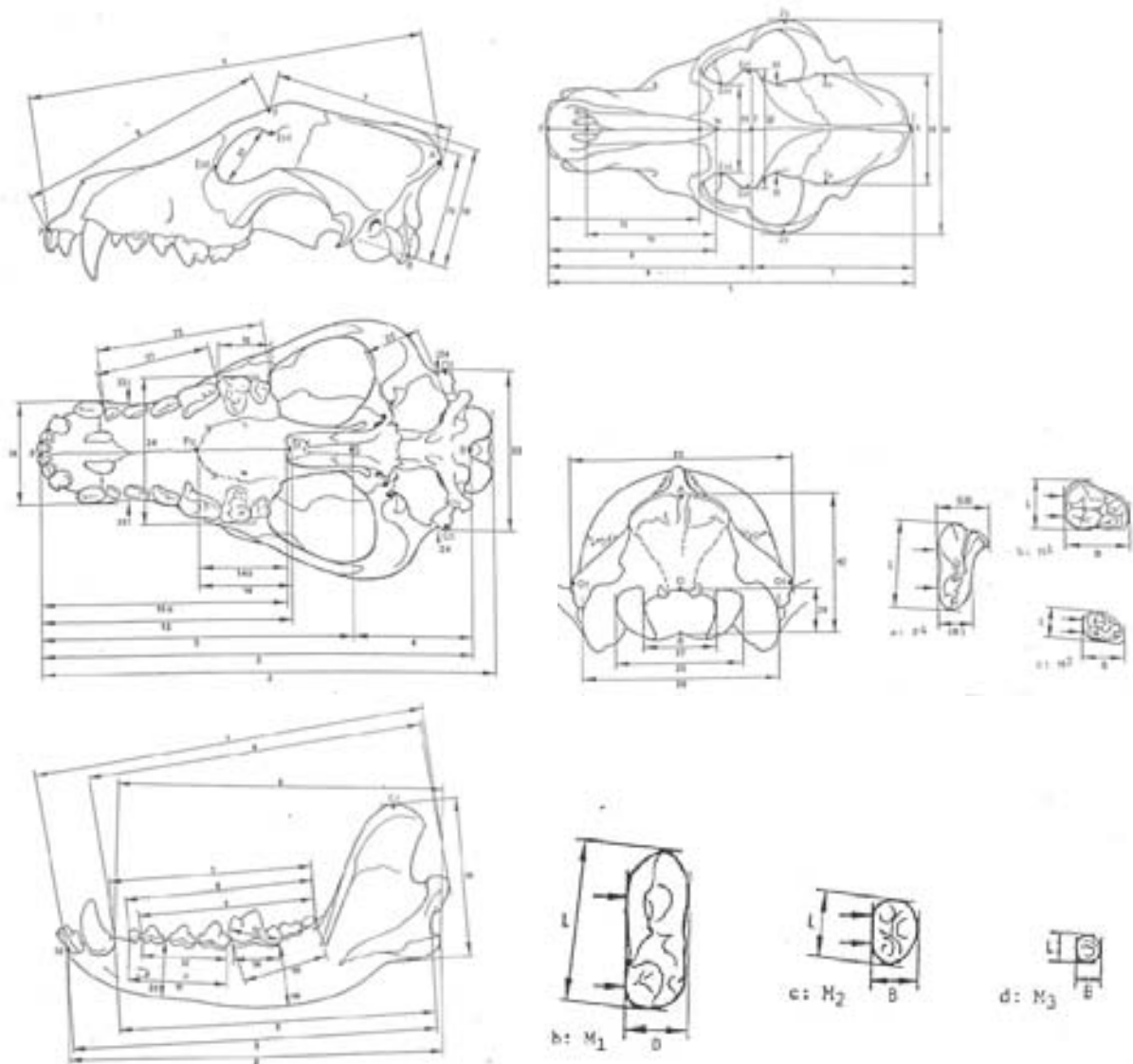
Studija je zasnovana na 228 lobanja zlatnog šakala iz Bugarske. Vecina njih [95] je sakupljena između 1998. i 2006. godine u tri glavne regije u Bugarskoj-Jambol, Veliko Tarnovo i Burgas, ali je i 20 lobanja sa drugih lokacija uključeno u analizu. Još 62 lobanje je prikliučeno iz zbirke Vasilev, skupljenih krajem 1980. godine, 35 je iz Nacionalnog muzeja istorije prirode. 22 lobanje merili su studenti Wildlife Management odeljenja tokom svog magistarskog rada. Merenja ostalih 65 lobanja objavili su drugi autori, iz Bugarske i ostalih delova i korišćena su za upoređivanje [5,15].

Uzorci su klasifikovani po godinama na osnovu pohabanosti gornjih zuba [16], a 27 tako što su analizirani godišnji godovi na očnjacima [13]. Tačnost prvog metoda je jedna godina do starosti od 3 godine [23]. Samo 4 životnje su klasifikovane kao četvorogodišnje i 3 kao 5 i više godina, zato što su njihovi zubi već dotrajali. Greška može i biti veća od 1 godine kada su oni u pitanju, ali njihov broj je neznatan da bi uticao na rezultate. Drugi metod je mnogo precizniji, ali je dugotrajan i skup, i zahteva posebnu opremu. On određuje tačan broj godina ukoliko ne postoji greška u brojanju godina. Rajchev je uporedio obe metode i, osim u 3 slučaja, dobio je iste rezultate [23]. Haris i njegovi asistenti predložili su za korišćenje metode pohabanosti zuba za određivanje starosti jazavaca. Ova metoda brojanja godina zuba bila je veoma pouzdana [10].

Sva 67 merenja, 47 na lobanjama i 20 na donjim vilicama (slika1) su uzeta za svaku lobanju korišćenjem digitalnog šestara koji meri do 0,1 mm. Merenja su izabrana u skladu [35] i odgovaraju onim uzetim u ranijim studijama [5, 8,11, 15, 25, 29, 36, 37]. Detaljni opisi i indeksi merenja prikazani su u Tabeli 1.

Promenljive i više promenljive statističke analize su izvršene korišćenjem R[22]. Svi delovi i podaci su dobijeni sa R, neki od njih korišćenjem drugih podataka [27]. Za više-varijantne analize paket MASS [34] je korišćen. Standard statistike podrazumeva i standardnu podelu na mlade i zrele mužjake i ženke šakala. QQ dijagrami i Shapiro-Wilk test su testovi za pravilnost. Za upoređivanje merenja muških i ženskih lobanja korišćen je t-test.

<sup>1</sup> Corresponding author: Stoyan Stoyanov, Assistant Professor, Wildlife Management Dept., Faculty of Forestry, University of Forestry, Sofia, Bulgaria, e-mail: [stoyans@abv.bg](mailto:stoyans@abv.bg), phone: +359888441606, +35928687391.



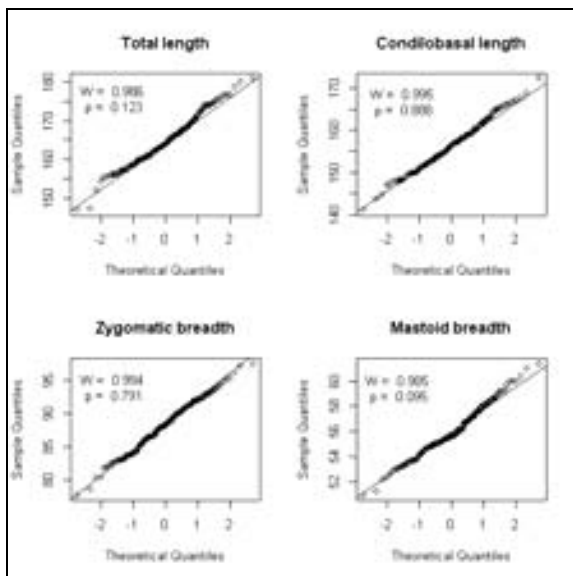
Slika 1. Merenja lobanje zlatnog šakala

Obzirom da više varijacione analize zahtevaju kompletne skupove podataka, modeli linearne višestruke regresije, koristeći metodu koju je kreirao Klod [4], procenjuju one kojima nedostaju kranijalna merenja svakog uzorka. Osnovna analiza komponenata je urađena da bi pronašla obrazce za podelu lobanja šakala. Za razlikovanje mužjaka i ženki, takođe se primenjuje linearna diskriminativna analiza. Odnos od najmanje do najveće vrednosti bila je relativno mala i merenja su urađena na osnovu istih skala na kojima su podaci nisu logaritamski promenjeni pre primene analize [17].

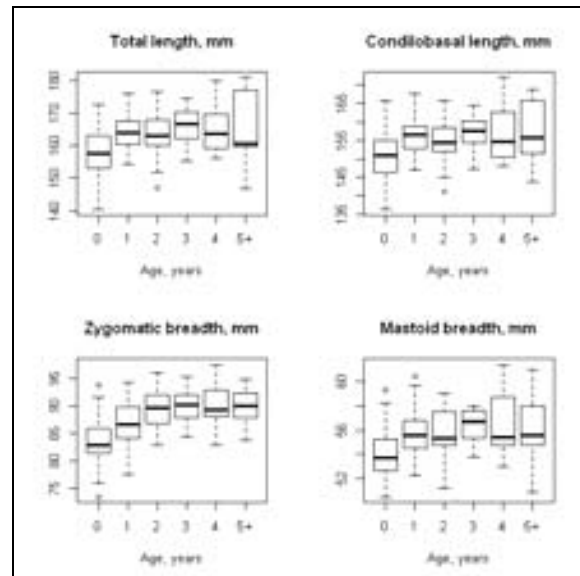
### Rezultati istraživanja i diskusija

Sva merenja lobanja su testirana na normalnost koristeći QQ dijagrame i Shapiro Wilik test. Nema potrebe da se odbaci nulta hipoteza da su sva merenja imala normalnu raspodelu (slika 2).

Većina lobanja mladih šakala, onih između 7 i 10 meseci, razlikuje se od lobanja starijih šakala (slika 3). Zato je i očekivano da se utvrdi još jedna grupa mladih šakala. Šakali dostižu polnu zrelost oko 10-11 meseci [33], ali se retko pare u tom periodu. U Tanzaniji 70% poznatih štenadi je posmatrano. Oni su pomažu roditeljima oko mladog legla tako da su zauzeti time i ne gaje svoje potomke. Pošto ostaju da pomažu svojim roditeljima, to povećava reproduktivni uspeh roditelja i roditeljima daje šansu da prenesu svoje gene na buduće generacije [18]. Verovatno je da šakali u punoj polnoj zrelosti dostižu i puni rast lobanje. Neke kranimetričke mere jednogodišnjeg šakala razlikuju se od mera malo starijeg šakala, na primer, izraženije su jagodične kosti i širina donje vilice. Ipak, većina rezultata nije pokazala neke drastične razlike između mladih i zrelih šakala. Uporedili smo lobanje mužjaka i ženke sa t-testom za mlade i zrele šakale, isključujući samo mlade šakale. Poređenje između polova biometrijskim podacima pokazalo je značajne razlike u skoro svim merenjima ( $p < 0.001$ ). (Tabela 1).



Slika 2. QQ dijagrami i Shapiro Wilk test normalnosti za 4 glavne dimenzije lobanje, W-statistika testa, p-p-vrednost



Slika 3. Merjenja lobanje u zavisnosti od starosti mažladog šakala

Iako postoje razlike između polova u gotovo svim dimenzijama, mužjaci i ženke su se preklapali i nije bilo jasne granice između njih. Više varijantne statističke metode su korišćene za pretragu postojećih obrazaca pri sortiranju lobanja. Glavna analiza komponentata (PCA) je urađena na svim pojedinačno, uključujući mlade i zrele šakale. Korišćenje PCA je potrebno da bi se smanjila verovatnoća za promenljive vrednosti. Prve dve glavne komponente pokazuju 82,7% varijacija, 79,4% prva i samo 3,3% druga. Kao što se može videti iz faktora, prva glavna komponenta je uglavnom povezana sa merenjem dužine i povezivanjem sa veličinom (slika 4). Druga glavna komponenta je takođe povećana sa veličinom, uglavnom sa širinim lobanje. Visoki stepen koleracije između varijabli opravdano koristi PCA. Upoređujući rezultate analiza (slika 5), jasno je da je grupisanje bazirano na osnovu razlika među polovima i ne zavisi od starosti životinje niti od njene lokacije. Jedna grupa mladunaca, ispod 6 meseci starosti, razlikuju se od ostalih. Stariji mužjaci razlikuju se od ženki, ali stariji i mlađi mladunci nisu mogli biti zamenjeni sa ženkama.

Diskriminativna analiza ukazuje na značajne razlike između polova ( $W=0,83$ ;  $F=3,75$ ;  $d.f.=70,54$ ;  $p<0,0001$ ,  $D=3,9$ ). Samo lobanje odraslih i starijih mladunaca poznatog pola su uključene u analizu. Rezultati su skoro 100% tačni kada je u pitanju određivanje polova. Samo 2,7% mužjaka je klasifikovano kao ženke a 100% ženka je ispravno kvalifikovano (slika 7). Diskriminativna analiza može da se koristi za klasifikaciju nepoznatih lobanja, ali bi lobanje trebalo da se verifikuju. Ukupan broj lobanja i merjenja koja su urađena nisu uticala na testiranje. Iako nije od praktične koristi, analiza je pokazala da ima načina da se lobanje odraslih mužjaka i ženki razdvoje. Diskriminativna analiza je veoma robustan metod u pogledu nedostatka multi-normalnosti i ujednačenosti raspostranjenosti grupa [21]. Odnos između stepena računanja i stepena opservacije ispravne klasifikacije pokazuje da neispunjena očekivanja metode nisu uticala na rezultat.

Dimorfizam polne veličine je uobičajen među kičmenjacima, gde su mužjaci uglavnom veći pol (4). Nedavno je ekstremni dimorfizam kod Mustelidae [20, 36] i Pinipedia [31] i obrnuti dimorfizam kod ptica gtabljivica (1, 30) privukao posebnu zainteresovanost i pojavile su se neke nove teorije [20,36,37].

Iako je polni dimorfizam lobanja sasvim jasan, došlo je do velikih preklapanja u svim merenjima. Visoki značaj rezultata t-testa je zbog velikog broja uzoraka. Takav polni dimorfizam lobanja zlatnog šakala, kod mužjaka malo veći nego kod ženki, može se objasniti monogamnim reproduktivnim sistemom zlatnog šakala i prisustvom i brigom mužskog roditelja za potomstvo [18, 19].

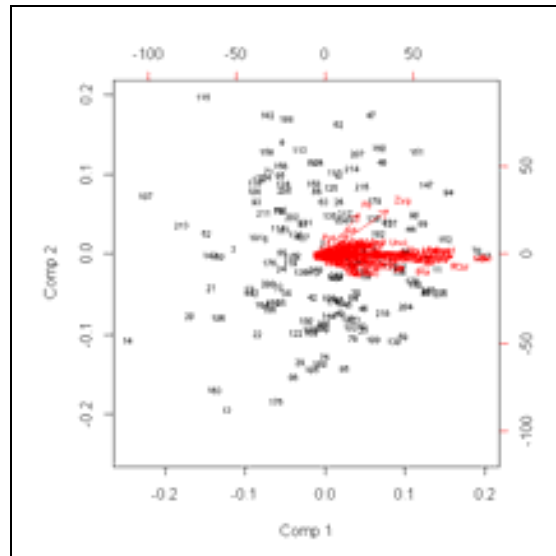
Šakali obrazuju veze između parova koje se karakteriše veoma prijateljskim ponašanjem i traju 6 do 8 godina u zavisnosti od životnog veka. Postoji malo polnog dimorfizma, bilo fizičkog bilo u ponašanju, i oni uglavnom dele sve aktivnosti, kao što su obeležavanje i odbrana teritorije, potraga za plenom kao i odmaranje (18). Takav stepen polnog dimorfizma pronađen je i u drugim studijama [11,12,29].

Tabela 1. Statistički uzorci merenja lobanja zlatnog šakala i rezultati t-testa

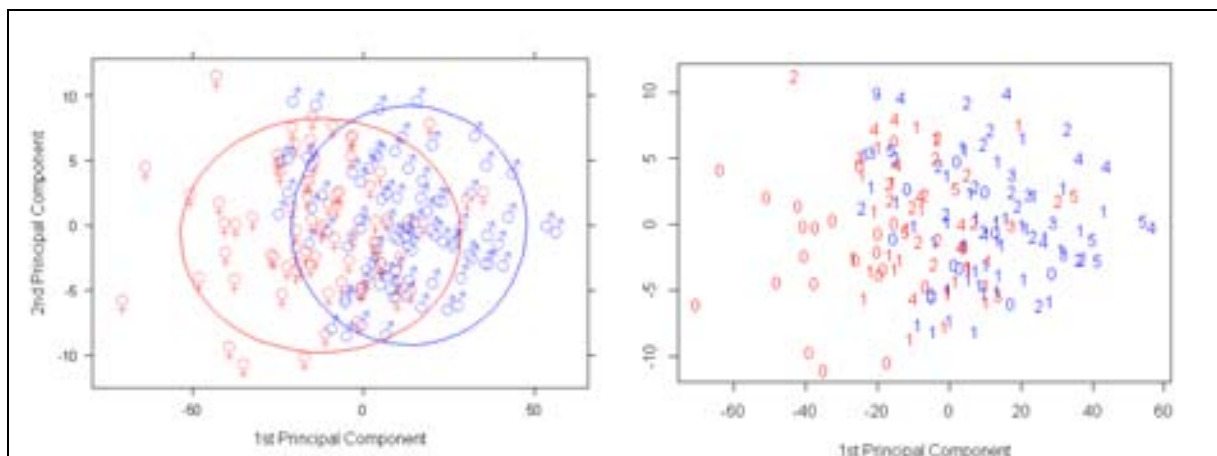
№	Merenja	Indeks	mužjaci (n=92)		ženke (n=56)		p
			Sred. Vred.	sd	Sred. Vred.	sd	
1a	Maksilarna dužina	Maxl	168.7	6.3	164.2	4.6	0.000
1	Ukupna dužina	Tl	166.4	6.4	161.9	4.7	0.000
2	Kondilobazalna dužina	Cbl	158.0	5.6	153.7	4.0	0.000
3	Bazna dužina	Bl	149.1	5.3	145.2	3.9	0.000
4	Bazikranalna osa	Bca	43.5	1.7	42.1	1.3	0.000
5	Bazifacialna osa	Bfa	106.3	4.2	103.5	3.5	0.000
6	Neurokraniumna dužina	Ncl	89.0	3.0	86.5	2.2	0.000
7	Gornja neuroc.dužina	Uncl	76.7	3.0	74.5	2.7	0.000
8	Viscerocraniumna dužina	Vcl	77.7	3.9	75.8	3.1	0.001
9	Facijalna dužina	Fl	96.3	4.3	93.9	3.4	0.000
10	Najveća dužina nosa	Nasl	59.7	3.7	57.9	3.3	0.002
11	Dužina lobanje	Brcl	80.2	2.9	77.6	2.3	0.000
12	Dužina njuške	Snl	67.2	3.5	65.2	2.9	0.000
13	Srednja nepčana dužina	Mpl	79.4	3.0	77.5	2.6	0.000
13a	Nepčana dužina	Pl	78.1	2.9	76.1	2.5	0.000
14	Dužina horizontalnog dela palatalne kosti	Mplh	29.5	2.0	29.2	1.8	0.338
14a	Odgovor na 13a	Plh	28.1	1.6	27.9	1.6	0.397
15	Dužina niza zuba	Lp1m2	58.4	2.1	57.3	1.7	0.000
15a	Dužina oralne graniceC1 vanoralna granica M2	Lc1m2	68.6	2.6	67.2	1.9	0.000
16	Dužina kutnjaka	Molr	17.7	1.0	17.4	0.9	0.096
17	Dužina prednjeg kutnjaka	Prmr	43.3	1.9	42.4	1.5	0.001
18	Dužina očnjaka, merena od krunice	Lp4	17.2	0.7	16.7	0.7	0.000
18a	Najveća širina očnjaka	Bp4	9.4	0.5	9.3	0.6	0.328
19	Dužina alveole očnjaka	Lp4a	16.3	0.8	15.9	0.8	0.001
20	Dužina M1	Lm1	12.8	1.1	12.5	0.9	0.122
20	Širina M1	Bm1	14.4	0.9	14.0	0.9	0.004
21	Dužina M2	Lm2	7.4	0.5	7.3	0.6	0.264
21	Širina M2	Bm2	9.8	0.7	9.4	0.7	0.002
22	Najveći prečnik slušnog otvora	Bull	24.8	1.9	24.6	1.2	0.256
23	Najveća širina mastoidea	Mst	56.4	2.0	55.2	1.5	0.000
24	Dorzalna širina spoljnog slušnog kanala	Mstau	55.6	2.0	54.4	1.4	0.000
25	Najveća širina potiljka	Occb	31.5	1.3	30.7	1.3	0.000
26	Najveća širina osnove parocipitalnog procesa	Poprb	43.3	1.5	42.5	1.3	0.001
27	Najveća širina magnum otvora	Fmagb	17.7	0.7	17.2	0.9	0.000
28	Visina magnum otvora	Fmagh	13.5	0.9	13.3	1.1	0.221
29	Najveća širina neurocraniuma	Skb	52.5	1.8	51.6	1.3	0.000
30	Širina jagodične kosti	Zyg	89.2	3.8	86.7	3.6	0.000
31	Najmanja širina lobanje	Pob	28.4	2.1	28.1	2.1	0.432
32	Frontalna širina	Fb	42.2	3.0	41.7	2.8	0.322
33	Najmanja širina između očnih jabučica	Iob	26.3	1.8	25.5	1.7	0.010
34	Najveća palatalna širina	Palb	53.9	1.9	52.7	1.6	0.000
35	Najmanja palatalna širina	Lpalb	28.7	1.5	27.9	1.0	0.000
36	Širina alveola kod pasa	Rb	29.7	1.4	28.7	1.0	0.000
37	Najveća unutrašnja širina očnih jabučica	Orb	31.0	1.3	30.4	1.2	0.002
38	Visina lobanje	Skh	48.5	1.8	47.8	2.0	0.028
39	Visina lobanje bez sagitalne čube	Skhs	44.9	1.7	44.2	2.0	0.030
40	Visina trouglastog potiljka	Otrh	38.8	1.8	38.0	1.4	0.004

№	Merenja	Indeks	mušjaci (n=92)		ženke (n=56)		P
			Sred. Vred.	sd	Sred. Vred.	sd	
	Donja vilica						
1	Ukupna dužina: kondilni proces	Mand	121.9	4.6	118.6	3.5	0.000
2	Dužina: Ugaoni proces	Mlapid	123.2	4.7	119.5	3.6	0.000
3	Dužina: Uvlačenje između APr i CondPr	Mlapcpid	117.7	4.4	114.6	3.2	0.000
4	Dužina: kondilni proces	Mlcpcpa	107.1	4.2	104.1	3.3	0.000
5	Dužina: Uvlačenje između APr i CondPr	Mlapcpca	103.1	4.0	100.2	3.0	0.000
6	Dužina: Ugaoni proces	Mlapca	108.5	4.5	105.6	3.7	0.000
7	Dužina: AbBo alveole pasa	Mlcam3	69.0	2.4	67.7	1.9	0.001
8	Dužina niza zuba, M <sub>3</sub> -P <sub>1</sub>	Mlp1m3	65.5	2.1	64.5	1.8	0.001
9	Dužina niza zuba, M <sub>3</sub> -P <sub>2</sub>	Mlp2m3	60.7	2.2	59.8	1.8	0.006
10	Dužina kutnjaka, M <sub>1</sub> -M <sub>3</sub>	Mmolr	31.8	1.3	31.0	1.2	0.000
11	Dižina prednjeg kutnjaka, P <sub>1</sub> -P <sub>4</sub>	Mprmr	33.9	1.4	33.4	1.2	0.029
12	Dužina prednjeg kutnjaka, P <sub>2</sub> -P <sub>4</sub>	Mlp2p4	29.2	1.3	28.7	1.1	0.013
13	Dužina očnjaka merena od krunice	Mlm1	19.2	0.7	18.7	0.7	0.000
13a	Širina očnjaka merena od krunice	Mbm1	7.7	0.5	7.4	0.4	0.000
14	Dužina alveole očnjaka	Mlm1a	18.1	0.9	17.6	0.7	0.000
15	Dužina M2 merena od krunice	Mlm2	8.7	0.5	8.6	0.5	0.190
15a	Dužina M2 merena od krunice	Mbm2	6.2	0.4	6.0	0.4	0.000
16	Dužina M3 merena od krunice	Mlm3	4.6	0.3	4.7	0.4	0.716
16a	Žširina M3 merena od krunice	Mbm3	4.0	0.3	3.9	0.3	0.035
17	Najveća zbijenost vilice M <sub>1</sub>	Mjaw	8.6	0.5	8.4	0.5	0.026
18	Visina vertikalne kosti ramus: ugaoni proces	Manh	48.6	2.6	46.7	2.2	0.000
19	Visina donje vilice iza M <sub>1</sub>	Mhm1	18.5	1.1	17.8	0.8	0.000
20	Visina donje vilice između P2 i P3	Mhp2	15.2	1.0	14.8	0.7	0.001

Za poređenje između lobanja šakala različitih lokacija od 14 lobanja, ove osobine su korišćene-Cbl, Nasl, Lp4, Bull, Skb, Zyg, Pob, Fb, lob, Palb, Rb, Skh, Mand, Mlm1. Lobanje šakala iz Bugarske su upoređene sa lobanjama iz drugih delova naseljenih šakalima- Hrvatske(Dalmacija), Grčke, Mađarske, Turske, Rusije, Gruzije, Tunisa, Libije, Alžira, Maroka, Egipta, Etiopije i Sudana.PCA je ustanovila četiri različite grupe-dalmatinski šakal, afrički šakal, afrički šakal iz podvrste *Canis aureus lupaster* Hemprich i Ehrenberg,1833 i šakali iz evrope i kavkaza (slika 6). Lobanje afričkog šakala *lupaster* podvrste su veće lobanje i sa više izduženim oblikom i šire su. Mnogi autori smatraju da je ovaj šakal posebna vrsta (6, 26). Lobanja dalmatinskog šakala je šira ali kraća. Iste razlike otkrili su Kryštufek i Tvrtković između dalmatinskog, bugarskog i afričkog šakala [15]. Sa brojnim uzorcima iz bugarske i PCA, pokazali smo da bugarki šakali pokrivaju teritoriju Afrike i Dalmacije. Lobanja bugarskog šakala se ne razikuje od lobanje evropskog šakala i šakla iz male Azije. Ovi rezultati se mogu objasniti geografskim promenama, geografskom izolacijom, uticajem na male izolovane populacije kao što je dalmatinska, različitim ekološkim uslovima, odnosom sa vukovima, ljudima koji utiču na populaciju zlatnih šakala [15, 32]. Jasno je, međutim, da nema razloga za uzimanje u obzir ovih morfoloških razlika kao dokaza za postojanje više od jedne podvrste na Balkanu i susednih evropskih zemalja. Većina podvrsta zlatnog šakala je sporna i nisu priznate. Genetske studije su do sada pokazale da šakali u evropi su u suštini slični [32, 38]. Postoji potreba za detaljniju reviziju taksonomije zlatnih šakala. Verovatno većina podvrsta zlatnog šakala-hungaricus (Ehik, 1938), *escedensis* Kretzoi, 1947, *dalmatinus* (Wagner, 1841), *balcanicus* (Brusina, 1892), *caucasica* (Kolenati, 1858), *marrocanus* (Cabrera, 1921), *greacus* (Wagner, 1941), koje su priznate u prošlosti, treba smatrati jednom podvrstom-moreotica I. Geoffroy saint.hilarie, 1835.



Slika 4. Bi-dijagram PCA-a sa faktorima naseljenosti i faktorima rezultata jedinki

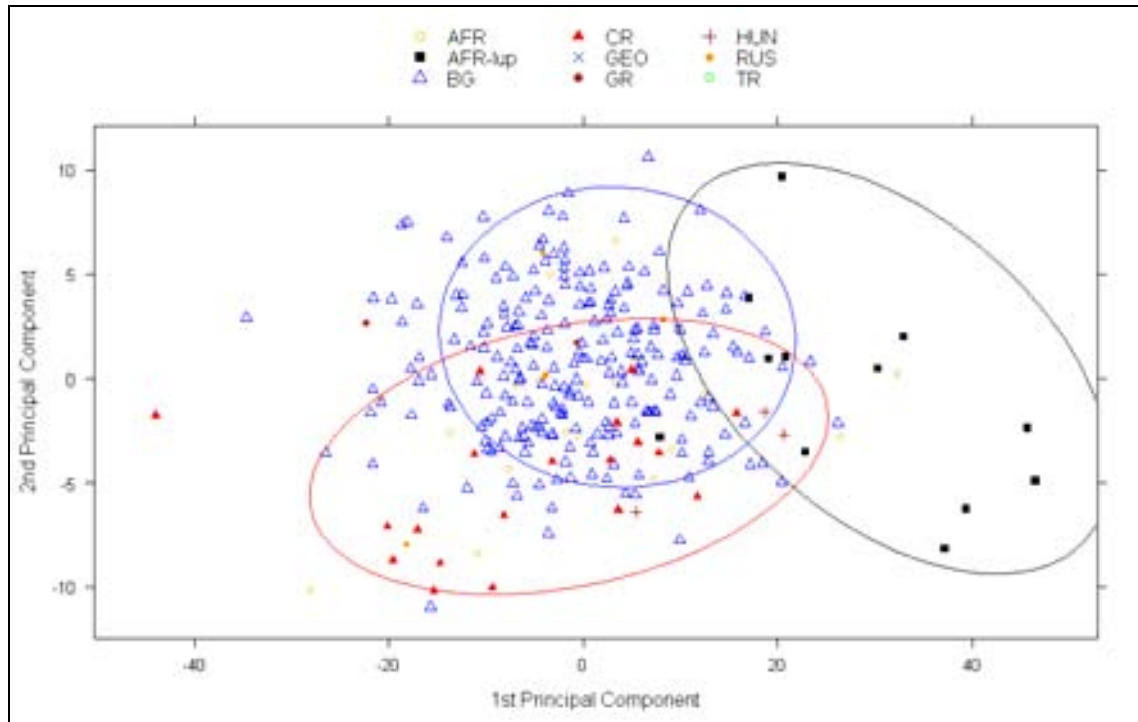


Slika 5. Rezultati analize glavnih komponenta.

Elipse pokazuju 95% intervale grupisan

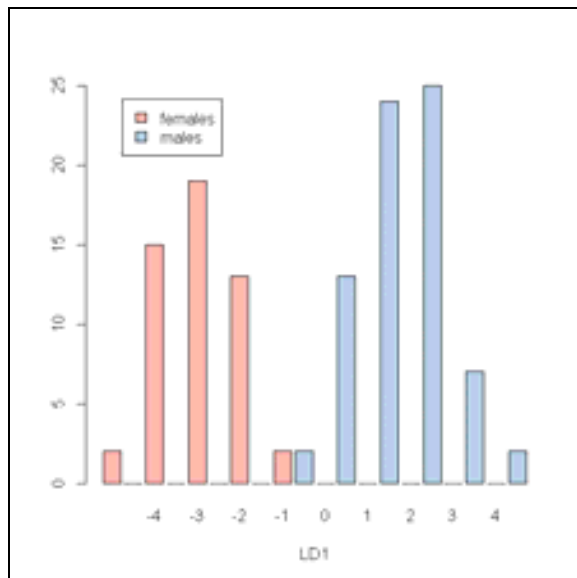
iste grupe. Drugi dijagram pokazuje srednje vrednosti starosti životinja.

Još jedan praktičan razlog merenja lobanje šakala je trofejna procena po formulama CIC-a. Bilo je nedostatka kriterijuma za dodelu medalja šakalima. Anglesku [2] je predložio takve kriterijume koji su bazirani na 31 lobanji mužjaka i 42 lobanje ženke zlatnog šakala, uključujući i mladunce. Ovi kriterijumi su usvojeni od strane Komisije CIC-a 'Izložbe i trofeji' ali odluka nije bila arbitrirana i nije bila podržana analizama ili nekim materijalom. Očekivano je da nema više od 10% lobanja koje bi mogle biti nagrađene zlatnom medaljom. Analiza našeg materijala (137 lobanje samo od odraslih šakala) sugerira viši kriterijum za nagrađivanje medaljom sa najmanje 0,5 poena (slika 3). Ako ove kriterijume usvoji CIC, oko 15% trofeja šakala bi bilo nagrađeno zlatnom medaljom, 20% srebrnom, i 20% bronzanom. Prema trenutnim kriterijumima 75% trofeja odraslih šakala bi primilo medalju, 35% zlatnu, 20% srebrnu, i 20% bronzanu.

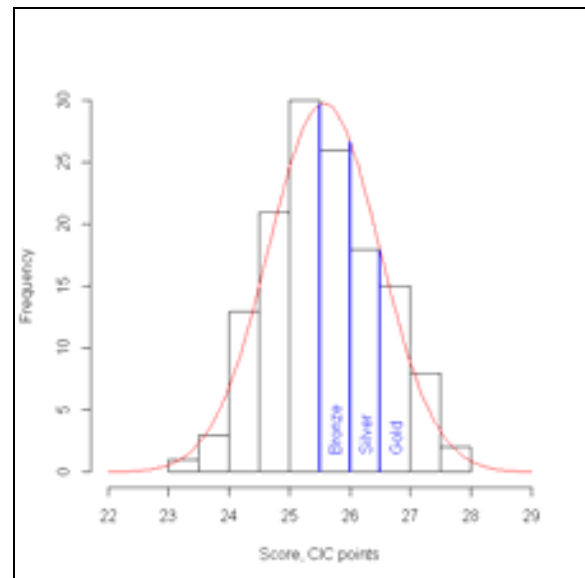


Slika 6. Rezultati Pca, poređenja lobanja zlatnog šakala sa različitih lokacija.

Elipse pokazuju 95% intervala grupisanosti za svaku grupu-Bugariska, Dalmacija, Afrika- podvrste lupaster.



Slika 7. Rezultati diskriminativne analize koji pokazuju podelu između mužjaka i ženki zlatnog šakala



Slika 8. Raspodela trofeja zlatnih šakala iz bugarske prema CICsistemu ocenjivanja

Crvena linija je normalna aproksimacija krive. Plavom linijom su označene predložene ocene za nagradu.

### Zaključak

Lobanje zlatnog šakala iz bugarske pokazuju homogenost u veličini i obliku. Poređenje između biometričkih podataka polova pokazali su određene razlike skoro u svim merenjima lobanja ( $p < 0.001$ ), ali je bilo preklapanja i nema jasne podele. Lobanje odraslih mužjaka su malo veće nego lobanje odraslih ženki. Diskriminativnom analizom, moguće je naći linearnu kombinaciju merenja koje najbolje određuje muške i ženske lobanje odraslih i mladih šakala. Razlike u merenju lobanja urađena suprotno polnom dimorfizmu i nisu zavisile od lokacije ili starosti šakala. Jedino mladunci ispod 6 meseci mogu biti jasno odvojeni od strane PCA.

Lobanje bugarskih šakala se ne razlikuju od lobanja drugih zlatnih šakala u Evropi, osim od dalmatinskih ili podvrsta lupster u Africi, koje se smatraju posebnim vrstama. Međutim, nema razloga da ne budu priznate više vrste zlatnog šakala u Evropi. Više studija je potrebno da bi se utvrdila taksonomska struktura zlatnih šakala. Različiti kriterijumi za trofejne nagrade za zlatne šakale se mogu predložiti na usvajanje od strane CIC-a. Zlatnu medalju bi trebao da primi trofej sa rezultatom od 26,5 CIC poena, srebrnu 26 a bronzanu 25,5. Olden jackal skulls from Bulgaria showed homogeneity in size and form. The comparison between sexes of biometric data showed significant differences in almost all skull measurements ( $p < 0.001$ ), but there was overlap and no clear differentiation. Skulls of adult males are a little bit larger than of adult females. By discriminant analysis, it was possible to find linear combination of measurements that best discriminate male and female skulls of adult and sub adult jackals. Differences in skull measurements were due to sexual dimorphism and didn't depend on site or age of adult jackals. Only juveniles below 6 months of age could be clearly separated by PCA.

Skulls of Bulgarian jackals didn't differ from these of the other parts of golden jackal range in Europe, except from Dalmatian jackals, which were broader, and subspecies *lupaster* in Africa, which was considered different species. However, there is no reason to be recognized more than one subspecies of golden jackal in Europe. More studies are needed to establish the taxonomic structure of golden jackal.

Different criteria for golden jackal trophy awards could be suggested for adoption by CIC. Golden medal should receive trophies with score 26.5 CIC points, silver medal – 26, and bronze – 25.5.

### Zahvalnost

Zahvalnost upućujem Stojanu Vasilevu koji mi je omogućio da izvršim merenja lobanja iz njegove lične kolekcije kao i Nikolaju Spasovu koji je dozvolio merenja lobanja iz zbirke Nacionalnog muzeja Istorija prirode.

### Literatura

- [1] Andersson, M. & Norberg, R. A. Evolution of reversed sexual size dimorphism and role partitioning among predatory birds with a size scaling on flight performance. *Biol. J. Linn. Soc.* 15: 105-130, 1981. [2] Angelescu, A. *Sacalul aurii (Canis aureus). Origine, morfoanatomie, eco-etologie, management*. MMC Publishing, Bucuresti, Romania. 216 pp., 2004. [in Romanian]. [3] Bauer, K. & Suchentrunk, F. Weitere ausbreitung des Goldschakals *Canis aureus* L., 1758 in Österreich. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 60: 307-309, 1995. [4] Claude, J. *Morphometrics with R*. Springer, New York. ISBN 978-0-387-77789-4, 2008. [5] Demeter & Spassov. *Canis aureus* Linnaeus, 1758 – Schakal, Goldschakal. In: Stubbe M. & F. Krapp (eds.), *Handbuch der Säugetiere Europas*, AULA Verlag, Wiesbaden: 107-138, 1993. [6] Ferguson, W. W. The systematic position of *Canis aureus lupaster* (Carnivora: Canidae) and the occurrence of *Canis lupus* in North Africa, Egypt and Sinai. *Mammalia* 4: 459-465, 1981. [7] Genov, P. & Wassilev, S. Der Schakal (*Canis aureus*) in Bulgarien. Ein Beitrag zu seiner verbreitung und Biologie. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 35: 145-150, 1989. [8] Gerasimov, S. Species and sex determination of *Martes martes* and *Martes foina* by use of systems of craniometrical indices developed by stepwise discriminant analysis. *Mammalia* 49(2): 235-248, 1985. [9] Giannatos, G., Marinou, Y., Maragou, P. & Gatsadorakis, G. The status of the Golden Jackal (*Canis aureus* L.) in Greece. *Belgian Journal of Zoology* 135 (2): 145-149, 2005. [10] Harris, S., Cresswell, W.J., Cheeseman, C.L. Age determination of badgers (*Meles meles*) from tooth wear: the need for a pragmatic approach. *J. Zool., Lond.* 228: 679-684, 1992. [11] Hell, P., Paule, L., Sevcenko, L., Danko, S., Panigaj, L. Vitaz, V. Craniometrical investigation of the red fox from the Slovak Carpathians and adjacent lowlands. *Folia Zool.* 38(2): 139-155, 1989. [12] Jolicœur, P. Multivariate geographical variation in the wolf *Canis lupus* L., *Evolution* 13: 283-299, 1959. [13] Klevesal, G. & Kleinenberg, S. *Age determination of Mammals by radial rings of teeth and bones*. Science, Moscow. 143 pp., 1967. [in Russian]. [14] Kryštufek, B., Murariu, D. & Kurtonur, C. Present distribution of the golden jackal *Canis aureus* in the Balkans and adjacent regions. *Mammal Review* 27(2): 109-114, 1997. [15] Kryštufek, B., Tvrtković, N. Variability and identity of the jackals (*Canis aureus*) of Dalmatia. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 91: 7-25, 1990. [16] Lombaard, D. Age determination and growth curves in the black-backed jackal. *Ann. Transv. Mus.* 27: 135-169, 1971. [17] Maindonald, J., Braun, J. *Data Analysis and Graphics Using R: An Example-based Approach*. Cambridge University Press, 2006. [18] Moehlman, P.D. Social organization in jackals. *American Scientist* 75: 366-375, 1987. [19] Moore, W.J. *The Mammalian skull*. Cambridge University Press, 1981. [20] Moors, P. J. Sexual dimorphism in the body size of mustelids (Carnivora): the roles of food habits and breeding systems. *Oikos* 34: 147-158, 1980. [21] Pimentel, R. A. *Morphometrics. The multivariate analysis of biological data*. Kendal/Hunt Publish. Company. Dubuque, 276 pp., 1981. [22] R Development Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>, 2010. [23] Rajchev, E. Diet, morphology and parasitological status of red fox (*Vulpes vulpes*), golden jackal (*Canis aureus*), wild cat (*Felis silvestris*) and stone marten (*Martes foina*) in Central Balkan and Sredna gora Mountains. PhD dissertation, Thracian University, Stara Zagora, Bulgaria. 151 pp., 2002. [in Bulgarian]. [24] Ralls, K. Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. *Am. Nat.* 111: 917-938, 1977. [25] Reig, S.,



Ruprecht, A. Skull variability of *Martes martes* and *Martes foina* from Poland. *Acta Theriol.* 34: 595-624, 1989. [26] Rueness, E., Asmyhr, M., Sillero-Zubiri, C., Macdonald, D., Bekele, A., Atickem, A., Stenseth, N. The Cryptic African Wolf: *Canis aureus lupaster* Is Not a Golden Jackal and Is Not Endemic to Egypt. *PLoS ONE* 6(1): e16385. doi:10.1371/journal.pone.0016385, 2011. [27] Sarkar, D. *Lattice: Multivariate Data Visualization with R*. Springer, New York. ISBN 978-0-387-75968-5, 2008. [28] Sillero-Zubiri, C. Family Canidae (Dogs). Pp. 352-446 in: Wilson, D. E. & Mittermeier, R. E. eds. (2009). *Handbook of the Mammals of the World*. Vol. 1. Carnivores. Lynx Edicions, Barcelona, 2009. [29] Simonsen, V., Pertoldi, C., Madsen, A., Loeschcke, V. Genetic differentiation of foxes (*Vulpes vulpes*) analysed by means of carnometry and isozymes. *J. Nat. Conserv.* 11: 109-116, 2003. [30] Smith, S.M. Raptor "reversed" dimorphism revisited: a new hypothesis. *Oikos* 39: 118-122, 1982. [31] Stirling, J. Factors affecting the social behavior in the Pinnipedia. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.* 169: 205-212, 1975. [32] Suchentrunk, F., Smith, S., Markov, G., George, J.-P., Heltai, M., Zachos, F. Genetic variability and structure of golden jackals (*Canis aureus*) from Bulgaria, Serbia, and Hungary. XXX IUGB Congress and Perdix XIII, Barcelona, Spain. 334, 2011. [33] Taryannikov, V. I. Reproduction of the jackal (*Canis aureus* L.) in Central Asia. *Ekologiya* 2: 107, 1976. [34] Venables, W. N. & Ripley, B. D. *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0, 2002. [35] Von Den Driesch, A. *A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites*. Peabody Museum Bulletins, Harvard University, 1976. [36] Wiig, Ø. Sexual dimorphism in the skull of minks *Mustela vison*, badgers *Meles meles* and otters *Lutra lutra*. *Zoological Journal of the Linnean Society of London* 87: 163-179, 1986. [37] Wiig, Ø., Andersen, T. Sexual Size Dimorphism in Norwegian Lynx. *Acta Theriol.* 31: 147-155, 1986. [38] Zachos, F., Cirovic, D., Kirschning, J., Otto, M., Hartl., G., Petersen, B. & Honnen, A. Genetic Variability, Differentiation, and Founder Effect in Golden Jackals (*Canis aureus*) from Serbia as Revealed by Mitochondrial DNA and Nuclear Microsatellite Loci. *Biochem. Genet.* 47: 241-250, 2009.