

POPULACIONO-GENETIČKA ANALIZA KOMPLEKSA KVALITATIVNIH SVOJSTAVA KOD STANOVNIŠTVA OPŠTINE MAGLAJ (BOSNA I HERCEGOVINA)

Elma Mrehić¹, Zana Dolićanin², Izet Eminović¹

¹Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

²Državni Univerzitet u Novom Pazaru, Srbija

Sažetak.

Na osnovu kompleksa sedam monogenskih kvalitativnih osobina (oblik ušne resice, dlakavost srednje digitalne falange, savitljivost lateralnih rubova jezika, ekstenzibilnost distalnog i proksimalnog zgloba palca, savijenost distalne falange malog prsta) i jedne spolno uslovljene osobine (digitalni indeks) analizirana je genetička struktura četiri ruralne populacije opštine Maglaj: Kosova, Novi Šeher, Jablanica, Moševac, izolirane lokalne populacije Ravna i urbane populacije grada Maglaja. Istraživanje je obuhvatilo ukupno 440 učenika (213 djevojčica i 227 dječaka) starosne dobi od 11 do 18 godina. Prema stepenu genetičke heterogenosti vrijednosti Valundove (Wahlund) varijanse za svako izučavano svojstvo spadaju u kategoriju male genetičke diferencijacije. Najveća vrijednost Valundove varijanse konstatovana je za svojstvo *oblik ušne resice* (po Kavali-Sforcu (Cavalli-Sforza) i Bodmeru (Bodmer) = 0.0452), a najmanja za fenotipski sistem *savitljivost lateralnih rubova jezika* (po Kavali-Sforcu i Bodmeru = 0.0000). Izučavani skup populacija je najheterogeniji po učestalosti recesivnog alelogena za fenotipsko svojstvo *oblik ušne resice*, a najhomogeniji po učestalosti recesivnog alelogena za fenotipsko svojstvo *savitljivost lateralnih rubova jezika*. Analizom genetičke distance sedam fenotipskih svojstava u populacijama opštine Maglaj utvrđena je najmanja genetička distanca između populacija Kosova i Maglaj ($f\theta = 0.0007$), a najveća između populacija Jablanica i Moševac ($f\theta = 0.0144$). Uočeno je da najmanji prosječni koeficijent srodstva ima lokalna populacija Kosova ($f\theta = 0.0028$), dok najveći prosječni koeficijent srodstva ima populacija Moševac ($f\theta = 0.0081$). Najveću osobenost ima populacija Moševac ($f\theta_s = 0.7556$), a najmanju populacija Novi Šeher ($f\theta_s = -0.0795$). Na osnovu vrijednosti genetičke udaljenosti između posmatranih populacija, može se zaključiti da se radi o relativno niskom stepenu genetičke heterogenosti.

Ključne reči: genetička distanca, Valundova varijansa, genetička diferencijacija.

Uvod

Biološka promjenljivost se sastoji u promjeni genotipa i fenotipa organizama. Fenotipske razlike između organizama uzrokovane su genetičkim razlikama i uticajem spoljašnjih faktora. Genetičke razlike su posljedica genetičke divergencije ili polimorfizma. Kada su uzrokovane divergencijom, postojeće genetičke razlike često mogu dati informacije o fizičkim i geografskim okolnostima u kojima su organizmi evoluirali. Kada su uzrokovane polimorfizmom, mogu nam dati informacije o ekološkim uslovima koji oblikuju genetičku konstituciju vrste (Frankham i sar., 2002). Genetičku strukturu jedne populacije možemo analizirati proučavanjem različitih svojstava, bilo da se radi o kvantitativnim (poligenским) svojstvima ili kvalitativnim (mono ili oligogenским) svojstvima. Svojstva koja se proučavaju po klasičnim Mendelovim principima su kvalitativna svojstva s diskontinuiranom varijabilnošću,

koja se mogu lako svrstati u različite fenotipske kategorije. Ta svojstva su pod kontrolom jednog ili malog broja genskih lokusa sa po dva alela, te s malim ili nikakvim uticajem okoline na ekspresiju gena. Svaki od dva alela može dati doprinos razvoju fenotipa, a sama razlika između fenotipova je diskontinuirana varijabilnost. Geni koji određuju kvalitativna svojstva imaju očit uticaj na fenotip, te lako uočavamo njihove mutacije (Smith, 1998). U populacionogenetičkim istraživanjima promjenljivosti koristi se analiza fenotipskih karakteristika, koje je lako uočiti posmatranjem i mjerenjem. U tom slučaju broj utvrđenih fenotipova predstavlja ne samo broj mogućih genotipova, već i uticaj specifičnih spoljašnjih faktora date sredine u kojoj organizam živi, kao i ekspresiju različitih gena. Za populacionogenetička istraživanja treba pažljivo odabrati skupine koje će se razmatrati.

Istraživanje genetičke strukture pojedinih lokalnih humanih populacija, s obzirom na procjenu kvalitativne varijacije, najčešće obuhvataju posmatranje i analiziranje navedenih fenotipskih oblika. U populacionogenetičkim analizama izučavanje varijacije pet različitih fenotipskih varijanti dlakavosti srednjih falangi svedeno je na dva alternativna fenotipa: prisustvo / odsustvo dlaka na srednjoj falangi četvrtog prsta ruke (Hadžiselimović i Berberović, 1980). Kada su u pitanju populacionogenetička istraživanja na BH prostoru, najobimnije podatke o učestalosti oblika ušne resice, distribucije fenotipova načina sklapanja šaka i prekrštanja ruku, analiziranju distalne ekstenzibilnosti palca, sposobnosti savijanja jezika u žlijeb, dlakavosti srednje digitalne falange daje prof. dr Rifat Hadžiselimović i prof. dr Ljubomir Berberović (Hadžiselimović i sar, 1980; Hadžiselimović i Lelo, 1998). Genetičke osobnosti bosansko-hercegovačkog stanovništva, naročito područja Maglaja nedovoljno su istražene. Svaka genetička studija, bilo koje naše populacije različitog geografskog porijekla, istovremeno doprinosi popunjavanju praznina u poznavanju stepena istraženosti kvalitativne nasljedne varijacije.

Genetička heterogenost između posmatranih populacija, na osnovu kompleksa determinisanih fenotipskih parametara, bazira se na analizi genetičke distance. Genetička distanca je poseban primjer udaljenosti između populacija. Za dokazivanje genetičke distance koristimo statističke metode. Velika upotreba antropometrijskih osobina, kao i veliki broj postojećih formula svjedoče o potrebi sumiranja informacija o mnogim svojstvima kako bi se iskristalizirala analiza populacijske diferencijacije. Genetički podaci o kompleksu većeg broja analiziranih parametara posmatranih populacija, daju samo djelomično doprinos u poznavanju genetike stanovništva. Međutim, ti podaci omogućavaju rekonstrukciju slike ljudi svakog geografskog areala.

Ciljevi ovog rada su da se na osnovu ispitivanja kompleksa kvalitativnih fenotipskih svojstava procjene unutargrupne i međugrupne varijacije na području opštine Maglaj, na uzorku od 440 ispitanika uzrasta od 11 do 18 godina, te da se procjeni genetička heterogenost među posmatranim populacijama analizom kompleksne genetičke distance. Pomoću Valundove analize varijanse izvršena je procjena stepena heterogenosti proučavanog skupa lokalnih populacija po pojedinim fenotipskim svojstvima.

Materijal i metod

Analizirani podaci su prikupljeni neposrednim posmatranjem i anketiranjem učenika od petog do osmog razreda slijedećih škola: JU „Prva osnovna škola”, JU Osnovna škola „Maglaj” i OŠ „Novi Šeher”. Područna škola u Kosovi, Područna škola u Moševcu, Područna škola u Jablanici, Područna škola u Ravnoj, te učenika od prvog do četvrtog razreda srednjeg obrazovanja u školama: JU Opšta gimnazija „Edhem Mulabdić” i JU Mješovita srednja škola. Anketirano je ukupno 440 učenika (213 djevojčica i 227 dječaka). Analizira-

ne su dinamičko-morfološke osobine, pomoću par pokreta dijelova tijela ili cijelog organizma koje ispitanik treba da napravi (Hadžiselimović i Lelo, 1998). Kao najpogodnija metoda u slučaju testiranja osobina (ne)spособnosti savitljivosti jezika u žlijeb, hiperekstenzibilnost distalnog zgloba palca, hiperekstenzibilnost proksimalnog zgloba palca je metoda demonstracije. Ispitaniku se pokaže pokret koji se očekuje od njega da napravi, a nakon toga se utvrđuje da li je određeni fenotip prisutan. Glas i Kistler su uveli kriterij za razlikovanje dva alternativna fenotipa savijanja palca. Stoga sve osobe kod kojih jedan ili oba palca imaju ugao savijanja od 0 do 49 stepeni spadaju u kategoriju „normalno ekstenzibilan palac”, dok svi oni kod kojih je ugao savijanja najmanje 50 stepeni imaju „hiperekstenzibilan palac” (Glass i Kistler, 1953).

Neposrednim posmatranjem odgovarajućih elemenata tjelesne građe bez posebnih zahtjeva ispitivanoj osobi su utvrđeni fenotipovi za statističko-morfološke osobine oblik ušne resice (slobodna ili prirasla), digitalni indeks, savijenost distalne falange malog prsta. Oblike ušne resice je moguće svrstati u dva osnovna fenotipa: „slobodna” i „prirasla”. Prirasla ušna resica predstavlja recesivni fenotip genotipa II (Hadžiselimović i Lelo, 1998).

Savijenost distalne falange malog prsta se označava još i terminom streblomikrodaktilija (streblo „savijen”, microdactily „mali prst”). Streblomikrodaktilija je karakterizirana ne-sposobnošću ispružanja jednog ili oba mala prsta u području proksimalnog falanagealnog zgloba (Hefner, 2002). Alel koji kontroliše savijenost (RCF) kompletno je dominantan nad alelom (rcf) za prav rast (skelet distalne falange malog prsta postavljen je koso u odnosu na šaku i prste prema njihovoj centralnoj osi) (Hadžiselimović i Lelo, 1998; Dutta, 1965).

Za istraživanje genetičke strukture populacije takođe smo koristili podatke o prisustvu svojstva „dlakavost srednje digitalne falange četvrtog prsta”.

Nakon ustanovljene apsolutne frekvencije recesivnih fenotipova, odnosno nakon utvrđenog broja ispitanika sa recesivnim fenotipom, izračunata je relativna frekvencija recesivnih fenotipova za svako posmatrano svojstvo po spolovima i lokalitetima, prema formuli $R = Rf/N$ (Berberović, 1971). Na osnovu procijenjene relativne učestalosti recesivnog fenotipa za svako posmatrano svojstvo izračunata je relativna frekvencija recesivnog alelogena, po obrascu $q = R$. Step en heterogenosti proučavanog skupa lokalnih populacija po pojedinim fenotipskim svojstvima procijenjen je analizom frekvencije recesivnih alelogena po obrascu Valundove varijanse (σ^2) (Cavalli-Sforza i Bodmer, 1999). Pošto se fiksacijski indeks poistovjećuje sa standardizovanom Valundovom varijansom alelogenskih frekvencija, dobivene vrijednosti, odnosno step en dobivene vrijednosti genetičke heterogenosti je procijenjen konvencionalnim rangiranjem vrijednosti F_{st} , tj. σ^2 / pq :

– 0,00 do 0,05 = mala,

– 0,05 do 0,15 = umjerena,

– od 0,15 do 0,25 = velika,

– $>0,25$ = veoma velika genetička diferencijacija (Hadžiselimović, 2005).

Kompleksnom analizom genetičke distance utvrđen je određeni step en srodnosti, odnosno nesrodnosti među posmatranim populacijama (Cavalli-Sforza i Bodmer, 1971). Za obradu odgovarajućih podataka procjene međupopulacijske genetičke distance korišten je softver GENDIST (computer genetic distances from frequencies) – Phylip ver.3.5c. Nakon određivanja vrijednosti koeficijenta srodstva, za svaku analiziranu lokalnu populaciju (u mogućim kombinacijama svako sa svakim), izvršena je procjena stupnja genetičke udaljenosti svake populacije u odnosu na očekivano stanje u hipotetičkoj prosječnoj populaciji, uključujući: raspon varijacije koeficijenta srodstva, odnosno genetičke distanciranosti u nizu posmatranih populacija (f_{\min} – f_{\max}), procjenu prosječnog koeficijenta srodstva (f) i procjenu indeksa genetičke specifičnosti (f_s).

Rezultati

Genetička struktura posmatranih populacija je analizirana na bazi utvrđenih vrijednosti relativnih frekvencija recesivnih alelogena posmatranih genskih lokusa. Za svako posmatrano svojstvo iz relativne frekvencije recesivnih fenotipova izračunata je frekvencija recesivnog alelogena. Tako su relativne frekvencije recesivnog alelogena svojstava oblik ušne resice (ql), savitljivost lateralnih rubova jezika (qr), dlakavost srednje digitalne falange (qd), digitlani indeks (qlf), ekstenzibilnost proksimalnog zgloba palca (qpht), ekstenzibilnost distalnog zgloba palca (qdht), savijenost distalne falange malog prsta (qref), poslužile kao baza za testiranje značajnosti njihovih razlika među poređenim populacijama urbanih i ruralnih područja opštine Maglaj (Tabela 1).

Tabela 1. Relativne frekvencije recesivnog alelogena posmatranih svojstava genskih lokusa u populacijama opštine Maglaj

Table 1. The relative frequency of recessive allelogenes of observed properties on gene loci in the population of the municipality Maglaj

Populacija	ql	qr	qd	qlf	qpht	qdht	qref
Maglaj	0.52	0.57	0.35	0.64	0.52	0.47	0.67
Novi Šeher	0.44	0.55	0.36	0.66	0.42	0.44	0.66
Ravna	0.44	0.55	0.34	0.62	0.52	0.48	0.62
Kosova	0.48	0.58	0.35	0.65	0.52	0.48	0.65
Moševac	0.37	0.54	0.29	0.68	0.42	0.53	0.67
Jablanica	0.51	0.62	0.37	0.69	0.54	0.46	0.69
Ukupno	0.47	0.57	0.35	0.66	0.49	0.47	0.67

Rezultati variranja relativnih frekvencija recesivnih alelogena odražavaju se i u vrijednostima Valundove varijanse (Tabela 2). Pokazatelji genetičke heterogenosti posmatranih svojstava rangirane su po stepenu genetičke diferencijacije (Wahlund 1928, iz Cavalli-Sforza, Bodmer, 1999). Najveća vrijednost Valundove varijanse konstatovana je za svojstvo *oblik ušne resice* (po Cavalli-Sforza, Bodmeru = 0.0452), a najmanja za fenotipski sistem *savitljivost lateralnih rubova jezika* (po Kavali-Sforcu i Bodmeru = 0.0000). Takođe, nešto veće vrijednosti Valundove varijanse uočene su za svojstvo *savijenost distalne falange malog prsta* (po Cavalli-Sforza, Bodmeru = 0.0312) i „*ekstenzibilnost distalnog zgloba palca*” (po Kavali-Sforcu i Bodmeru = 0.0219) (Tabela 2).

Tabela 2. Varijansa za posmatrane fenotipske sisteme u populacijama opštine Maglaj

Table 2. Variance of the observed phenotypic systems in the population of the municipality Maglaj

Fenotipski sistem	Wahlundova varijansa	Cavalli-Sforza Bodmer, 1999
Oblik ušne resice	0.0115	0.0452
Savitljivost lateralnih rubova jezika	0.0000	0.0000
Dlakavost srednje digitalne falange	0.0024	0.0107
Digitalni indeks	0.0003	0.0015
Ekstenzibilnost proks. zgloba palca	0.0016	0.0064
Ekstenzibilnost distal. zgloba palca	0.0055	0.0219
Savijenost distalne falange malog prsta	0.0069	0.0312

Na osnovu ovih pokazatelja može se zaključiti da je izučavani skup populacija najheterogeniji po učestalosti recesivnog alelogena za fenotipsko svojstvo *oblik ušne resice*, a najhomogeniji po učestalosti recesivnog alelogena za fenotipsko svojstvo *savitljivost lateralnih rubova jezika*.

Kompleksna analiza genetičke distance sedam fenotipskih svojstava u šest lokalnih ljudskih populacija izvršena je angularnom transformacijom alelogenskih frekvencija svih mogućih međupopulacijskih kombinacija (Cavalli-Sforza i Bodmer, 1999). Utvrđene vrijednosti „koeficijenta srodstva” prikazane su u Tabeli 3, i čine bazu za dalju procjenu genetičke heterogenosti proučavanog skupa populacija.

Najmanja genetička distanca zabilježena je između populacija Kosova i Maglaj ($f\theta = 0.0007$), a najveća između populacija Jablanica i Moševac ($f\theta = 0.0144$) (Tabela 3).

Tabela 3. Rezultati analize razvijenosti grudnog koša
Table 3. The results of analysis development of chests

Populacija	$f\theta_{(\min)}$	$f\theta_{(\max)}$	$f\theta$	$f\theta_s$
Maglaj	0.0007	0.0125	0.0038	-0.1740
Novi Šeher	0.0041	0.0070	0.0043	-0.0795
Ravna	0.0016	0.0077	0.0037	-0.1950
Kosova	0.0007	0.0091	0.0028	-0.3899
Moševac	0.0050	0.0144	0.0081	0.7556
Jablanica	0.0014	0.0144	0.0050	0.0827

U daljoj analizi dovodi se u vezu prosječna vrijednost koeficijenta srodstva ($f\theta$), kao pokazatelja opšte genetičke distance svake populacije i hipotetički nivo srodstva ($f\theta_s$). Uočeno je da najmanji prosječni koeficijent srodstva ima lokalna populacija Kosova ($f\theta = 0.0028$), dok najveći prosječni koeficijent srodstva ima populacija Moševac ($f\theta = 0.0081$). Prosječna genetička distanciranost svih posmatranih populacija iznosi $f\theta_k = 0.0046$.

Tabela 4. Međupopulacijska genetička distanca u opštini Maglaj
Table 4. Interpopulation genetic distance of municipality Maglaj

Populacija	Maglaj	Novi Šeher	Ravna	Kosova	Moševac
Novi Šeher	0.0050				
Ravna	0.0031	0.0043			
Kosova	0.0007	0.0041	0.0016		
Moševac	0.0125	0.0050	0.0077	0.0091	
Jablanica	0.0016	0.0070	0.0056	0.0014	0.0144

Procjena odnosa između prosječne vrijednosti koeficijenta srodstva svake populacije u poređenju sa svim ostalim populacijama i srednjom vrijednosti genetičke distance svih populacija ($f\theta_s$) pokazala je da najveću heterogenost ima populacija Moševac ($f\theta_s = 0.7556$), a najmanju populacija Novi Šeher ($f\theta_s = -0.0795$).

Relativno smanjenje genetičke sličnosti u odnosu na srednju genetičku srodnost proučavanog skupa populacija varira od $f\theta_s = -0.0795$ (Novi Šeher) do $f\theta_s = -0.3899$ (Kosova). Relativno povećanje genetičke sličnosti u odnosu na srednju genetičku srodnost varira od $f\theta_s = 0.0827$ (Jablanica) do $f\theta_s = 0.7556$ (Moševac).

Diskusija

Analiza učestalosti recesivnih fenotipova istraživanih svojstava pokazuje njihovu ujednačenu distribuciju u odnosu na spol ispitanika, osim za digitalni indeks (Sturtevant, 1965).

U našem istraživanju je slična situacija, ali zapaža se da je raspon variranja učestalosti fenotipa *duži kažiprst* znatno širi kod djevojčica nego kod dječaka. Interesantno je da se kod oba spola u populaciji grada Maglaja javlja najveća i ujednačena učestalost fenotipa *dugi kažiprst*, a najmanja učestalost fenotipa kod ispitanika oba spola *kratki kažiprst* u populaciji Ravna.

Digitalni indeks predstavlja različite odnose kažiprsta i prstenjaka. On predstavlja ilustraciju nasljeđivanja pod uticajem spola, stoga je fenotipsko ispoljavanje različito kod muškog i ženskog spola. Ovo svojstvo se odlikuje pojavom reverzije dominantnosti, što znači da je u muškom spolu dominantan alel za kratki kažiprst, a za ženski spol duži kažiprst od prstenjaka predstavlja dominantno svojstvo (Ahmić i sar., 2005; Rita, 2003; Hadžiselimović i Lelo, 1998)

U jednoj populaciji američkih ispitanika učestalost fenotipa *dugi kažiprst* je 45.60% (Homer-Blincoe, 2003). Rezultati naše studije pokazuju da se učestalost fenotipa *dugi kažiprst* javlja 66%. Naši podaci se u određenoj mjeri razlikuju od podataka iz literature. To ukazuje na činjenicu da se radi o izraženoj heterogenosti ovog pokazatelja genetičke strukture u populacijama opštine Maglaj.

Analiza međupopulacijskih razlika učestalosti recesivnog svojstva *falanga bez dlaka* u urbanim i ruralnim populacijama opštine Maglaj ne pokazuje statistički značajne razlike. Znači, radi se o ujednačenoj prostorno-geografskoj distribuciji ovog fenotipskog svojstva od 35% u populacijama opštine Maglaj. Novija istraživanja učestalosti fenotipa *falanga bez dlaka* za ovo svojstvo u populacijama USA je 40%, Australije 52% i Izraela 42% (Rita, 2003).

Alfred Sturtevant opisuje savijanje jezika kao jednostavnu dvoalelnu osobinu, gdje je alel za savijanje dominantan u odnosu na alel koji uzrokuje nemogućnost savijanja jezika, te je odnos alela jednog autosomalnog genskog lokusa potpuno dominantan (Sturtevant, 1965). Kompariranje ovih rezultata sa rezultatima iz literature pokazuje da se učestalost ovog fenotipa u odnosu na ukupan uzorak uklapa u raspon variranja učestalosti ovog fenotipa u bosanskohercegovačkoj populaciji (57%) i dijelovima svjetske populacije, a najbliža vrijednost ovog pokazatelja genetičke strukture je u populaciji USA (Gahres, 1952).

Rezultati variranja relativnih frekvencija recesivnih alelogena odražavaju se i u vrijednostima Valundove varijanse (Tabela 29). Pokazatelji genetičke heterogenosti posmatranih svojstava (Wahlund 1928, iz Cavalli-Sforza, Bodmer, 1999), rangirane su po stepenu genetičke diferencijacije. Prema stepenu genetičke heterogenosti sve vrijednosti ovog pokazatelja za svako pojedinačno izučavano svojstvo spadaju u kategoriju male genetičke diferencijacije.

Najveća vrijednost Valundove varijanse konstatovana je za svojstvo *oblik ušne resice* (po Kavali-Sforcu i Bodmeru = 0.0452), a najmanja za fenotipski sistem *savitljivost lateralnih rubova jezika* (po Kavali-Sforcu i Bodmeru = 0.0000). Takođe, nešto veće vrijednosti Valundove varijanse uočene su za svojstvo *savijenost distalne falange malog prsta* (po Kavali-Sforcu i Bodmeru = 0.0312) i *ekstenzibilnost distalnog zgloba palca* (po Kavali-Sforcu i Bodmeru = 0.0219).

Procjena odnosa između prosječne vrijednosti koeficijenta srodstva svake populacije u poređenju sa svim ostalim populacijama i srednjom vrijednosti genetičke distance svih populacija (f_{θ_s}) pokazala je da najveću osobenost ima populacija Moševac ($f_{\theta_s} = 0.7556$), a najmanju populacija Novi Šeher ($f_{\theta_s} = -0.0795$).

Relativno smanjenje genetičke sličnosti u odnosu na srednju genetičku srodnost proučavanog skupa populacija varira od $f\theta_s = -0.0795$ (Novi Šeher) do $f\theta_s = -0.3899$ (Kosova). Relativno povećanje genetičke sličnosti u odnosu na srednju genetičku srodnost varira od $f\theta_s = 0.0827$ (Jablanica) do $f\theta_s = 0.7556$ (Moševac) (Tabela 3).

Na osnovu dobivenih vrijednosti genetičke udaljenosti između posmatranih populacija, može se zaključiti da se radi o relativno niskom stepenu genetičke heterogenosti. Niske vrijednosti izučavanih pokazatelja genetičke heterogenosti moguće je tumačiti kao posljedice djelovanja genetičkog drifta i slabo izražene propagacijske mobilnosti.

Literatura

- Ahmić A, Hadžiselimović R, Pojskić N, Hadžihalilović J, Hamidović H. Relacije između genetičke distance i nekih mogućih faktora heterogenosti lokalnih ljudskih populacija sjeveroistočne Bosne, *Glasnik ADJ*, Beograd, 2005; 40: 127–138.
- Berberović Lj. *Uvod u teorijsku genetiku populacija* (Autorizovana skripta). Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 1971; 38–50.
- Cavalli-Sforza LL, Bodmer W F. *The Genetics of Human Populations*. Dover Publications, Inc. Mineola, New York, 1999.
- Dutta P. Inheritance of radially curved little finger, *Acta Genetica et Statistica Medica*, 1965; 15: 70–76.
- Frankham R, Ballou J. D., and Briscoe D. A. *Introduction to conservation genetics*. United States of America, Cambridge University Press, 2002.
- Gahres E. E. Tongue rolling and tongue folding and other hereditary movements of the tongue, *J. Hered*, 1952; 43: 221–225.
- Glass B, Kistler J. C. Distal hyperextensibility of the thumb. *Acta Genetica*. 1953; 4: 192–206.
- Hadžiselimović R, Berberović Lj, Sofradžija A. Dlakavost srednje digitalne falange u stanovništvu Bosne i Hercegovine. *Glasnik ADJ*, 1980; 17: 77–86.
- Hadžiselimović R, Lelo S. *Bioantropološki praktikum*, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 1998.
- Hadžiselimović R. *Bioantropologija – Biodiverzitet recentnog čovjeka*, Institut za genetičko inženjerstvo i biotehnologiju. Sarajevo, 2005.
- Hefner R. A. Crooked Little fingers (Minor Streblomicrodactyly), *J. Hered*, 1941; 32: 7–38.
- Rita F. *A Worldwide Search for the Dominant Trait*, Hum. Gnet. 2003.
- Smith J M. *Evolutionary genetics*. Oxford University Press, New York, 1988.
- Sturtevant A H. *A History of Genetics*. Harper and Row, New York, NY, 1965.
- Wahlund S. Zusammensetzung von Populationen und Korrelationserscheinungen von Standpunkt der Vererbungslehre aus betrachtet. *Hereditas*, 1928; 11: 65–106.

POPULATION-GENETIC ANALYSIS OF SEVEN QUALITATIVE TRAITS IN THE POPULATION OF THE MUNICIPALITY MAGLAJ (BOSNIA AND HERZEGOVINA)

Elma Mrehić, Zana Dolićanin, Izet Eminović

Summary. On the basis of the complex seven monogenic qualitative characteristics (shape of the earlobes, hairiness of middle phalange, flexibility of lateral tongue edges, the extensiveness of the distal and proximal joint of the thumb and the flexibility of the distal phalanx of the little finger) and one sexually conditioned property (digital index) we analyzed the genetic structure of four populations of rural municipality Maglaj: Kosova, Novi Šeher, Jablanica, Moševac, then one isolated local population Ravna and one urban population area called Maglaj. The survey covered a total of 440 students (213 girls and 227 boys) aged 11-18 years. According to the degree of genetic heterogeneity, values of Wahlund variance that are obtained for each trait belong in the category of low genetic differentiation. The maximum value of Wahlund variance was identified for the property shape of the earlobes (by Cavalli - Sforza, Bodmer = 0.0452), and the lowest for phenotypic system flexibility of lateral tongue edges (by Cavalli - Sforza, Bodmer = 0.0000). Studied set of population is the most heterogeneous according to the frequency of recessive allelogene for phenotypic characteristic shape of the earlobes, and the most homogeneous for the phenotypic trait flexibility of lateral tongue edge. Based on the analysis of genetic distance for seven phenotypic traits in populations of municipality Maglaj we established the minimum genetic distance between populations of Kosova and Maglaj ($f\theta = 0.0007$), and the largest genetic distance between populations of Jablanica and Moševac ($f\theta = 0.0144$). It was noted that the lowest average coefficient of kinship has a local population of Kosova ($f\theta = 0.0028$, while the highest average coefficient of kinship has a population Moševac ($f\theta = 0.0081$). The greatest characteristic has a population of Moševac ($f\theta_s = 0.7556$), and the lowest characteristic has a population of Novi Šeher ($f\theta_s = -0.0795$). Based on the obtained values of genetic distance between the studied populations, it can be concluded that it is a relatively low level of genetic heterogeneity.

Key words: genetic distance, Wahlund variance, genetic differentiation.