

DISTRIBUCIJA FENOTIPSKIH VARIJANTI BOJE TIJELA *Columba domestica* Linnaeus, 1758 (Vertebrata: Reptilia: Aves) NA ODABRANIM LOKALITETIMA U BOSNI I HERCEGOVINI

Sabiha Aganović¹, Suvad Lelo²

Originalni naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Biologe odavnina privlači ispitivanje varijacija u boji perja između i unutar vrsta zbog toga što poliformne vrste predstavljaju temeljni princip izučavanja složenih fenotipova i zato što su boje vezane i za druge osobine, zapravo rezultat su prilagodbe raznim staništima. Fotografije su snimane 2023. i 2024. godine na više lokaliteta (11). Analizom su potvrđene tri varijante: tamno pigmentiranog perja na cijeloj površini tijela, intenzivno svijetlih krila (tzv. golubije siva), sa dvije uvijek prisutne tamne pruge na stražnjem dijelu (fenotip 2.), tamno pigmentiranog perja na cijelom tijelu, svijetlih krila prekrivenih tamnim pjegama ili mrljama, sa dvije prisutne tamne pruge, skoro nevidljive (fenotip 3.) te sa izrazito tamnim perjem na tijelu i krilima pa šare na krilima nisu vidljive (fenotip 4.), dok varijanta tamnijeg pigmenta perja na tijelu, sa jako svijetlim krilima (golubije siva) bez pruga (ili eventualno jednom) nije konstatovana (fenotip 1.). Primjenom osnovnih statističkih obrazaca prema: Petzu, odnosno Lelo i Lukić-Bilela. U radu su izvedeni osnovni statistički podaci: raspon i prosječne vrijednosti (2,2-3,4), vrijednosti standardnih greški (0,11-0,19) te koeficijent varijabilnosti (21-32). Konstatovano je da druga varijanta (fenotip 2.) dominira (57,78%), zatim varijanta fenotipa 3 (22,22%) te varijanta fenotipa 4 (20,00%), a što je u saglasnosti sa istraživanjima Ferman i saradnika.

Ključne riječi: *Vertebrata, Reptilia, Aves, Columba, livia, domestica, Bosna i Hercegovina*

UVOD

U radovima o pticama Bosne i Hercegovine opisivan je i „divlji ili gradski golub“ kojeg je bosanskim jezikom prihvatljivije nazivati „lutalicom ili običnim golubom“ (engl. *Common Pigeon*), *Columba livia* Gmelin, za kojeg uvijek napominjemo da je u pitanju *Columba domestica* Linnaeus, 1758 zbog toga što je biosistematski neosnovano sinonimiziran sa *Columba livia* Gmelin, 1789. Naš zadatak je uvijek napominjati da Komisija ICZN-a (International Committee for Zoological Nomenclature) nije istakla pravo prvenstva taksona *livia* Gmelin, 1789 nad *domestica* Linnaeus, 1758 (Donegan, 2016) što govori da sinonimiziranje spomenutih taksa ide uvijek u smjeru *Columba*

¹ Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Zmaja od Bosne 8, 71000, Sarajevo, BiH
Korespondencija: s.aganovic@ppf.unsa.ba

² Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Zmaja od Bosne 33-35, 71000, Sarajevo, BiH
Korespondencija: s.lelo@pmf.unsa.ba

domestica livia, a ne obrnuto (dok ICZN Komisija ne uvede pravilo drugačijeg tumačenja; Aganović, 2017; Aganović & Lelo, 2017a, 2017b, 2018; Aganović *et al.*, 2019, 2020, 2023). Golub kamenjar (*Rock Pigeon, Columba livia* Gmelin, 1789) gnijezdi se u stjenovitim područjima Bosne i Hercegovine, a urbana i suburbana područja uglavnom naseljava obični golub (*Common Pigeon, Columba domestica* Linnaeus, 1758).

Divljeg goluba karakteriše ujednačeno plavo perje i dvije prisutne pruge na krilima (Johnston & Janiga 1995; Jacquin *et al.*, 2012). Raznobojnost perja nastaje varijacijom apsolutnih i relativnih vrijednosti crnog pigmenta eumelanina i crvenog feomelanina (Haase *et al.*, 1992; Aganović & Lelo, 2018, 2022). Varijacije u polimorfizmu perja kod divljeg goluba su pod pritiskom selektivnog uzgoja hiljadama godina (Go 1972; Janiga, 1991; Johnston & Janiga, 1995; Haag-Wackernagel 1998; Leiss & Haag-Wackernagel 1999b; Hetmański & Jarosiewicz 2008; Andersson, 2009; Ferman *et al.*, 2010; Kowalski *et al.*, 2011) pa se to odražava i na „divljeg goluba“ (preciznije „goluba litalice“ ukrštanjem sa uzgojnim linijama ili rasama) koji živi u naseljenim regijama (Goodwin, 1983; Aganović & Lelo, 2017b, 2018, 2022).

Vickrey *et al.* (2018) analizom genoma jednog fenotipa boje od četiri fenotipske varijante identifikovali su segment povezan sa dva melanistička fenotipa (tamni pigment perja, bez traka na krilima i sa trakama) i potvrdili da odgovara regiji zvanoj „C lokus“, što je već bilo potvrđeno. Naveli su da melanistički fenotipovi su nosioci jedne od varijanti navedene regije i otkrili regiju varijacija u broju kopija (CNV) unutar „C lokusa“ te da broj kopija i koncentracija melanizma su u jakoj korelaciji, mada navode da neke melanističke ptice su bez znatnog povećanja broja kopija. Istakli su da je i CNV regija povezana sa koncentracijom ekspresije susjednog gena zvanog NDP i naglasili da su te razlike regulisane elementima koji leže unutar C lokusa.

Za prikaz varijacija specifičnih pigmenta eumelanina i feomelanina ovisno o klimi Constantin Wilhelm Lambert Gloger (1833) definisao je dvije verzije. Prva, da intenzitet eumelanina i feomelanina raste sa temperaturom i vlažnošću, a druga je vezana za povećanje koncentracije eumelanina sa vlažnošću i temperaturom i povećanje feomelanina vezano samo sa temperaturom, a opadanje sa vlažnošću (Delhey, 2017, 2019). Pojava pravila nije razjašnjena, ali se navodi da je obojenost životinja, na neki način pod uticajem klimatskih promjena, tačnije vezana je za promjene vlažnosti i temperature (Delhey, 2019).

Cilj rada je utvrditi distribuciju fenotipskih varijanti boje tijela *Columba domestica* Linnaeus, 1758 (Vertebrata: Reptilia: Aves) u Bosni i Hercegovini (prema K. Seung-Gu *et al.*, 2022., koji su definirali četiri fenotipske varijante).





MATERIJAL I METODE RADA

Grupe ptica *Columba domestica* Linnaeus, 1758. fotografisane su 2023 i 2024. godine na 11 lokaliteta. Analizirano je 225 ptica.

Originalni snimci fotografija sa lokaliteta Bosne i Hercegovine analizirani su prema K. Seung-Gu i saradnicima (Seung-Gu *et al.*, 2022), a koji su izdvojili četiri varijante fenotipa.

Tabela 1. Prikaz fenotipskih varijanti goluba litalice (*Columba domestica* Linnaeus, 1758) prema: Seung-Gu *et al.*, 2022.

Table 1. Presentation of phenotypic variants of the homing pigeon (*Columba domestica* Linnaeus, 1758) according to: Seung-Gu *et al.*, 2022.

Šifra	Opis fenotipske varijante	Fotografija
1	Fenotip tamno pigmentiranog perja na tijelu; jako svijetlih krila (golubije siva) bez (ili eventualno jedna) traka	
2	Fenotip tamno pigmentiranog perja na tijelu; jako svijetlih krila (golubije siva) u zadnjem dijelu uvijek prisutan dvije tamne trake	
3	Fenotip tamno pigmentiranog perja na tijelu; krila svijetla, pokrivena nizom tamnih tačaka ili mrlja, sa dvije uvijek prisutne tamne trake skoro neprepoznatljive	
4	Fenotip veoma tamnog pigmenta perja na tijelu i krilima tako da šare na krilima nisu uočljive	

Analizirana je fotografisana grupa ptica i određene su apsolutne vrijednosti opisanih varijanti, odnosno preračunati su osnovni statistički obrasci prema: Petz, 1964, odnosno Lelo & Lukić-Bilela, 2012.

Srednja vrijednost (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

Varijansa (s^2)

$$s^2 = \frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{N - 1}$$

Standardna devijacija (S)

$$s = \sqrt{S^2}$$

Standardna greška aritmetičke sredine ($S_{\bar{x}}$)

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{N}}$$

Koeficijent varijabilnosti ($V_{\%}$)

$$V_{\%} = \frac{100 \cdot S}{\bar{x}}$$

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Fotografija lokaliteta općine Vogošća – Sarajevo (Sl. 1) prikazuje 23 goluba kojima je moguće utvrditi fenotipsku varijantu. Varijanta fenotipa 1 u grupi nije uočena, varijantu 2 imalo je 11 ptica, a varijantu 3 i 4 imalo je 6 ptica. Na temelju broja fenotipskih varijanti određen je raspon od 2-4 i srednja vrijednost 2,8 sa standardnom greškom 0,16 i koeficijentom varijabilnosti od 30%.



Slika 1. Grupa *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Vogošća – Sarajevo, 2024.
Figure 1. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Vogošća – Sarajevo, 2024.

Fotografija lokaliteta Sarajevo-Hadžići (Sl. 2) prikazuje 35 ptica sa mogućnošću utvrđivanja fenotipa. Varijanta fenotipa 1 nije uočena, varijantu 2 imale su 23 ptice, varijantu 3 imalo je 7, a varijantu 4 imalo je 5 ptica. Na temelju broja varijanti utvrđen je raspon od 2-4 i srednja vrijednost od 2,2 sa standardnom greškom 0,12 i koeficijentom varijabilnosti od 36%.



Slika 2. Grupa *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Hadžići – Sarajevo, 2023.
Figure 2. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Hadžići – Sarajevo, 2023.

Na fotografiji lokaliteta Sarajevo-Hrasnica (Sl. 3) prikazano je 28 ptica sa mogućnošću utvrđivanja fenotipske varijante. Varijante 1 nije bilo, varijantu 2 imalo je 14 ptica, varijantu 3 imalo je 9 i varijantu 4 imalo je 5 ptica. Na temelju utvrđenih broja varijanti došlo se do raspona od 2-4 i srednje vrijednosti 2,7 sa standardnom greškom 0,14 i koeficijentom varijabilnosti od 29%.



Slika. 3. Grupa *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Hrasnica – Sarajevo, 2023.
Figure 3. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Hrasnica – Sarajevo, 2023.

Fotografija lokaliteta općine Kladanj (Sl. 4) prikazuje 23 goluba kojima je moguće potvrditi fenotipsku varijantu. U grupi nije uočena varijanta 1, varijantu 2 imalo je 18 ptica, varijantu 3 imale su 3, a varijantu 4 imale su 2 ptice. Na temelju broja utvrđenih varijanti izračunat je raspon od 2-4 i srednja vrijednost koja je iznosila 2,3 sa standardnom greškom 0,11 i koeficijentom varijabilnosti od 27%.



Slika 4. Grupa *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Kladanj, 2023, foto: S. Aganović
 Figure 4. Group *Columba domestica* Linnaeus, 2023, foto: S. Aganović

Fotografija lokaliteta općine Breza (Sl. 5) prikazuje 17 golubova sa mogućnošću utvrđivanja fenotipske varijante. Varijanta fenotipa 1 nije uočena, varijantu 2 imalo je 12 ptica, varijantu 3 imale su 3, a varijantu 4 imale su 2 ptice. Na temelju utvrđenih varijanti došlo se raspona od 2-4 i srednje vrijednosti 2,5 sa standardnom greškom 0,18 i koeficijentom varijabilnosti od 21%.



Slika 5. Grupa *Columba domestica* Linnaeus 1758, 2023, Breza, foto: S. Aganović
 Figure 5. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, 2023, foto: S. Aganović

Fotografija lokaliteta općine Bugojno (Sl. 6) prikazuje 11 golubova kojima je moguće potvrditi fenotipsku varijantu. U grupi nije potvrđena varijanta fenotipa 1, varijantu 2 imalo je 7 ptica, varijantu 3 imale su 3, a varijantu 4 imala je samo 1 ptica. Na temelju broja utvrđenih fenotipskih varijanti izračunat je raspon od 2-4 i srednja vrijednost koja je iznosila 2,5 sa standardnom greškom 0,19 i koeficijentom varijabilnosti od 28%.



Slika 6. Grupa *Columba domestica* Linnaeus 1758, Bugojno, 2023, foto: S. Aganović
Figure 6. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Bugojno, 2023, foto: S. Aganović

Fotografija lokaliteta općine Mostar (Sl. 7) prikazuje 27 golubova sa mogućnošću utvrđivanja fenotipske varijante. Varijanta fenotipa 1 u grupi nije uočena, varijantu 2 imalo je 14 ptica, varijantu 3 imalo je 5, a varijantu 4 imalo je 8 ptica. Na temelju broja utvrđenih varijanti došlo se do raspona od 2-4 i srednje vrijednosti 2,8 sa standardnom greškom 0,16 i koeficijentom varijabilnosti od 32%.



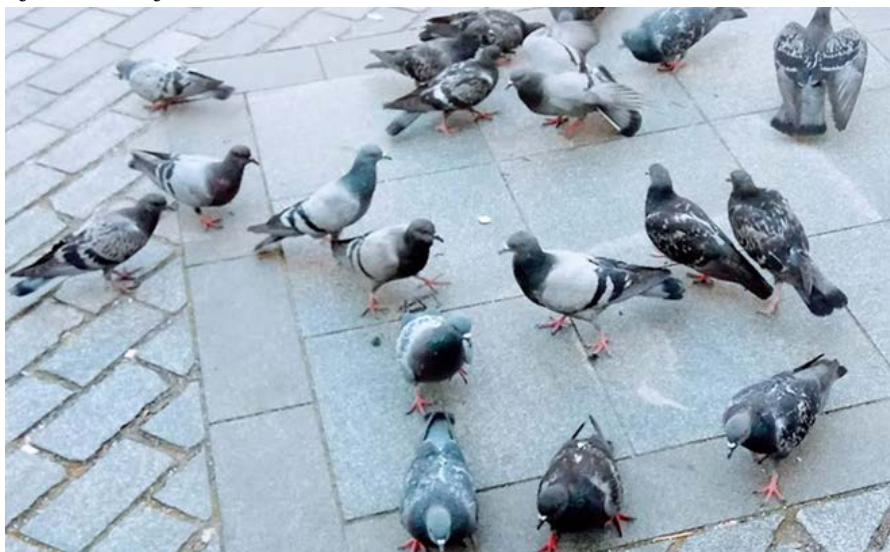
Slika 7. Grupa *Columba domestica* Linnaeus 1758, Mostar, 2023, foto: S. Aganović
Figure 7. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, 2023, foto: S. Aganović

Fotografija lokaliteta općine Foča (Sl. 8) prikazuje 16 golubova sa mogućnošću utvrđivanja fenotipske varijante. U grupi nije potvrđena varijanta fenotipa 1, varijantu 2 imalo je 11 ptica, varijantu 3 imale su 4, a varijantu 4 imala je samo 1 ptica. Na temelju broja utvrđenih varijanti došlo se do raspona od 2-4 i srednje vrijednosti 2,4 sa standardnom greškom 0,19 i koeficijentom varijabilnosti od 26%.



Slika 8. Grupa *Columba domestica* Linnaeus 1758, Foča, 2024, foto: S. Aganović
Figure 8. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Foča, 2024, foto: S. Aganović

Fotografija lokaliteta općine Zenica (Sl. 9) prikazuje 17 golubova sa mogućnošću utvrđivanja fenotipske varijante. Varijanta 1 nije uočena, varijantu 2 imalo je 6 ptica, varijantu 3 imale su 4, a varijantu 4 imalo je 7 ptica. Na osnovu broja utvrđenih varijanti došlo se do raspona od 2-4 i srednje vrijednosti 3,1 sa standardnom greškom 0,16 i koeficijentom varijabilnosti od 29%.



Slika 9. Grupa *Columba domestica* Linnaeus 1758, Zenica, 2024, foto: S. Aganović
Figure 9. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, 2024, foto: S. Aganović

Fotografija općine Maglaj (Sl. 10) prikazuje 10 golubova sa mogućnošću utvrđivanja fenotipske varijante. Varijanta 1 nije uočena, varijantu 2 i 3 imale su 2, a varijantu 4

imalo je 6 ptica. Na temelju utvrđenih varijanti došlo se do raspona od 2-4 i srednje vrijednosti 3,4 sa standardnom greškom 0,15 i koeficijentom varijabilnosti od 22%.



Slika 10. Grupa *Columba domestica* Linnaeus 1758, Maglaj, 2024, foto: S. Aganović
Figure 10. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Maglaj, 2024, foto:S. Aganović

Fotografija lokaliteta općine Travnik (Sl. 11) prikazuje 18 golubova sa mogućnošću utvrđivanja varijante. Varijante 1 nije bilo 1, varijantu 2 imalo je 12, varijantu 3 imale su 4, a varijantu 4 imale su 2 ptice. Na osnovu analize došlo se do raspona od 2-4 i srednje vrijednosti 2,4 sa standardnom greškom 0,14 i koeficijentom varijabilnosti 29%.



Slika 11. Grupa *Columba domestica* Linnaeus 1758, Travnik, 2024, foto: S. Aganović
Figure 11. Group *Columba domestica* Linnaeus, 1758, Travnik, 2024, foto:S. Aganović

Tabela 2. Pregled osnovnih statističkih podataka analiziranih varijanti *C. domestica* L. sa odabranih lokaliteta Bosne i Hercegovine (N=225)

Table 2. Overview of basic statistical data of analyzed varieties of *C. domestica* L. from selected localities of Bosnia and Herzegovina (N=225)

Lokacija	Min.	Max.	X _{sr}	S _{Xsr}	V%
Vogošća	2	4	2,8	0,16	30
Hadžići	2	4	2,2	0,12	36
Hrasnica	2	4	2,7	0,14	29
Kladanj	2	4	2,3	0,11	27
Breza	2	4	2,5	0,18	21
Bugojno	2	4	2,5	0,19	28
Mostar	2	4	2,8	0,16	32
Foča	2	4	2,4	0,19	26
Zenica	2	4	3,1	0,16	29
Travnik	2	4	2,4	0,14	29
Maglaj	2	4	3,4	0,15	22
\bar{x}	2	4	2,65	0,15	28,09

Iz tab. 2. vidljiv je raspon 2-4, raspon i aritmetička sredina srednjih vrijednosti 2,2-**2,65**-3,4, raspon i srednja vrijednost standardne greške 0,11-**0,15**-0,19 i raspon i srednja vrijednost koeficijenta varijabilnosti od 21-**28,09**-36.

Tabela 3. Prikaz frekvenci odabranih fenotipskih varijanti *C. domestica* L. sa odabranih lokaliteta Bosne i Hercegovine (N=225)

Table 3. Presentation of the frequency of selected phenotypic variants of *C. domestica* L. from selected locations in Bosnia and Herzegovina (N=225)

Lokacija	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Vogošća	0	11	6	6
Hadžići	0	23	7	5
Hrasnica	0	14	9	5
Kladanj	0	18	3	2
Breza	0	12	3	2
Bugojno	0	7	3	1
Mostar	0	14	5	8
Foča	0	11	4	1
Zenica	0	6	4	7
Travnik	0	12	4	2
Maglaj	0	2	2	6
Apsolutne vrijednosti	0,00	130	50	45
Relativne vrijednosti	0,00	57,78	22,22	20,00

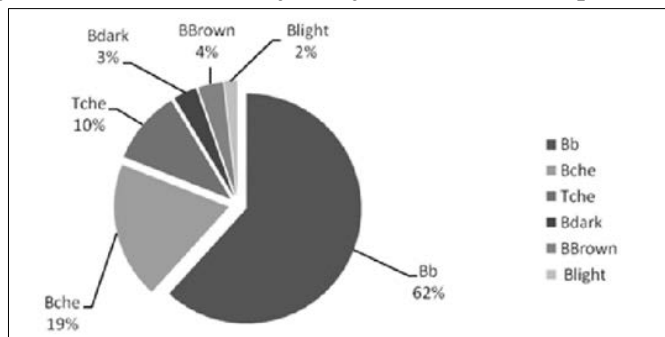
Tab. 3. prikaz je fenotipskih varijanti (1, 2, 3, i 4) iz koje vidimo da od ukupnog broja analiziranih ptica (225) varijantu 1 nije imala nijedna ptica, varijantu 2 imalo je 57,78%, a varijantu 3 je imalo 22,22%, dok je varijantu 4 imalo 20,0% ptica, tj. najzastupljenija

je varijanta fenotipa 2 (130 ptica), zatim varijanta 3 (50 ptica) te varijanta 4 (45 ptica). U odnosu na prethodno istraživanje u Sarajevu gdje je raspon varijanti također bio 2-4 konstatujemo da je najčešća varijanta 3 sa frekvencom od 40,71%, dok je u svim uzorcima ovog istraživanja, računajući i lokalne populacije u neposrednoj blizini Sarajeva, varijanta 2 bila najčešća sa prosječnom frekvencom od 57,78% (Tab. 4).

Tabela 4. Prikaz preračunatih osnovnih statističkih podataka analiziranih varijanti *C. domestica* L. sa odabranih lokaliteta Sarajeva (N=140) (Aganović & Lelo, 2023)
 Table 4. Presentation of recalculated basic statistical data of analyzed varieties of *C. domestica* L. from selected locations in Sarajevo (N=140) (Aganović & Lelo, 2023)

Lokacija	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Kampus	0	16	13	11
Pofalići	0	7	4	3
Dolac	0	13	4	3
Č. vila	0	2	20	7
Grbavica	0	15	16	6
Apsolutne vrijednosti	0,00	53	57	30
Relativne vrijednosti	0,00	37,85	40,71	21,4

Rezultate apsolutnih vrijednosti fenotipskih varijanti objavili su Ferman *et al.* (2010), koji su u 2007-oj godini na lokalitetu Jena dokazali da je varijanta analogna fenotipu 2 našeg posmatranja, uočena kod čak 62%, varijanta analogna fenotipu 3. našeg posmatranja je odlikovala 19%, dok je varijantu 4 imalo 10% ptica (Graf. 1)



Grafikon 1. Prikaz grafikona iz rada Ferman *et al.* (2010) iz kojeg se uočava dominacija sivih ptica sa dvije trake (62%) i sivih ptica sa brojnim tačkama na sivo obojenom leđnom dijelu (19%)

Graphicon 1. Graph presentation from the work of Ferman *et al.* (2010), which shows the dominance of gray birds with two bands (62%) and gray birds with numerous spots on the gray dorsal part (19%)

Ovo prošireno istraživanje fenotipskih frekvenci kod golubova lotalica u Bosni i Hercegovini pokazalo je da istraživanje jedne lokalne populacije u kratkom periodu može pokazati prividno drugačije stanje koje se matematički stabilizira kao podatak tek na istraživanju dvocifrenog broja lokalnih populacija i to sa dvocifrenog broja lokaliteta.

Ipak, ovi podaci ponovno nameću dodatna istraživanja u smislu tri različite posmatračke tačke za svaku lokalnu populaciju po naseljenom mjestu i to za najmanje 30 naseljenih sredina.

ZAKLJUČAK

Na osnovu originalnih snimaka lokaliteta Bosne i Hercegovine i distribucije pigmenta eumelanina, analizirali smo četiri varijante fenotipa te utvrdili sljedeće:

- varijanta 2 – fenotip tamno pigmentiranog perja na tijelu; jako svijetlih krila tzv. golubije siva, sa uvijek prisutne dvije tamne trake u zadnjem dijelu (57,78%),
- varijanta 3 – fenotip tamno pigmentiranog perja na tijelu; krila svijetlih, prekrivenih tamnim tačkama ili mrljama, sa dvije uvijek prisutne tamne trake skoro nevidljive (22,22%),
- varijanta 4 – fenotip tamno pigmentiranog perja na tijelu i krilima, tako da šare na krilima se ne uočavaju (20%),
- varijanta 1 – fenotip tamno pigmentiranog perja na tijelu, krilima jako svijetla (golubije siva) bez (ili eventualno jednom) traka nije uočena.
- Raspon uočenih varijanti ovog kao i prethodnih istraživanja je identičan, ali su frekvence u ovom istraživanju pokazale da je varijanta 2 značajno češća, dok je u prvim posmatranjima najčešća bila varijanta 3 (40,71) te su potrebna dodatna istraživanja za konsolidovanja statistička pretraživanja.

LITERATURA

- Aganović, S. (2017). Cirkadijalna i sezonska ritmika odabranih pripadnika vrste *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) iz Sarajeva. Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Aganović, S., & Lelo, S. (2017a). Ocjena probavljivosti hrane u različitim sezonama odabranih pripadnika vrste *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) iz Sarajeva. Prilozi fauni Bosne i Hercegovine, 13, 71-77.
- Aganović, S., & Lelo, S. (2017b). Porast mladih potomaka te vrijeme aktivnosti i mirovanja odabranih pripadnika vrste *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) iz Sarajeva u sezonama zima, proljeće i ljeto. Prilozi fauni Bosne i Hercegovine, 13, 79-86.
- Aganović, S., & Lelo, S. (2018). Fekunditet u sezonama (zima, proljeće, ljeto) i analiza vanjskih fizičkih osobina jaja odabranih pripadnika vrste *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) iz Sarajeva. Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 63(68/1), 66-78.
- Aganović, S., Lelo, S., Drešković, N. (2019). Distribucija lokalnih populacija vrste *Columba domestica* Linnaeus, 1758 (Aves: Columbiformes: Columbidae) u Bosni i Hercegovini. Radovi Poljoprivredno-prehrambenog Fakulteta Univerziteta Sarajevu, 64(69), 65-76

- Aganović, S., & Lelo, S. (2020). Potencijali za uzgoj golubova rase King (*Columba domestica* Linnaeus 1758) u Bosni i Hercegovini. XXV. Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova 1,297-302
- Aganović, S., & Lelo, S. (2022). Prijegled podataka o uzgojnim linijama *Columba domestica* Linnaeus, 1758 (Vertebrata: Reptilia: Aves) u Bosni i Hercegovini sa naglaskom na golubove prevrtače. Prilozi fauni Bosne i Hercegovine, 18,125-135.
- Aganović, S., & Lelo, S. (2023). Distribucija fenotipskih varijanti boje tijela *Columba domestica* Linnaeus, 1758 (Vertebrata: Reptilia: Aves) sa odabranih lokaliteta Sarajeva. Prilozi fauni Bosne i Hercegovine, 19, 45-54.
- Andersson, L. (2009). Studying phenotypic evolution in domestic animals: a walk in the footsteps of Charles Darwin. Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol., 74, pp. 319-325
- Delhey, K. (2017). Gloger's rule. *Current Biology* 27, R689–R691.
- Delhey, K. (2019). A review of Gloger's rule, an ecogeographical rule of colour: definitions, interpretations and evidence. *Biological Reviews* 94 (4), 1294-1316.
- Donegan, T. M. (2016). The pigeon names *Columba livia*, *C. domestica* and *C. oenas* and their type specimens. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 136(1), 15-28.
- Ferman, L. M., Peter, H. U. & Montalti, D. (2010). A study of feral pigeon *Columba livia* var. in urban and suburban areas in the city of Jena, Germany. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, vol. 8: 1–8
- Goodwin, D. (1983) *Pigeons and Doves of the World*. Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press, Ithaca.
- Go, R. C. P. (1972). The genetics of pigeon populations on Oahu. PhD thesis, University of Hawaii.
- Seung-Gu Kang, Seon-Ju Lee, Jun-Hee Yun, Jin-Yong Kim, In-Ki Kwon, Minji Park, Jongmin Yoon. (2022). Morphological features of a hybrid between a Hill Pigeon and a Feral Pigeon at the early stage of interspecific hybridization. *The Korean Journal of Ornithology* 29(2):131-136
- Haase, E., Ito, S., Sel, A., Wakamatsu, K. (1992). Melanin concentrations in feathers from wild and domestic pigeons. *J Hered.* 83:64–67.
- Hedrick P. (2006). Genetic polymorphism in heterogeneous environments: the age of genomics. *Annu Rev Ecol Evol Syst.* 37:67–93. doi: 10.1146/annurev. ecolsys. 37. 091305.110132.
- Hetmanski, T., Jarosiewicz, A. (2008). Plumage polymorphism and breeding parameters of various feral pigeon (*Columba livia* GM.) Morphs in urban area (Gdansk, North Poland). *Polish Journal Ecology*; 56(4): 683–691.
- Haag-Wackernagel, D. (1998) *Die Taube. Vom heiligen Vogel der Liebesgöttin zur Strassentaube*. Schwabe & Co. AG, Basel, 245 pp. – (1999) *The Pigeon. An English supplementum translated by Derek Goodwin*. Schwabe & Co. AG, Basel.
- Jacquin, L., Récapet, C., Bouche, P. (2012). Melanin-based coloration reflects alternative strategies to cope with food limitation in pigeons. *Behav Ecol.* 23:907–915. doi: 10.1093/beheco/ars055.

- Janiga, M. (1991). Colour polymorphism in feral pigeons (*Columba livia* Gm. 1789). Acta Fac. Rerum Natur. Univ. Comen., Zool. 34: 31–37
- Johnston, R. F., Janiga, M. (1995). Feral Pigeons. Oxford, UK: Oxford University Press; p. 336.
- Kowalski, J., Indykiewicz, P., Frieske, A. (2011). Population size and plumage polymorphism in Feral Pigeon *Columba livia* var. urbana in the city of Bydgoszcz (Poland). In: Indykiewicz, P., Jerzak L., Böhner J., Kavanagh B. (eds.), Urban Fauna. Studies of Animal Biology, Ecology and Conservation in European Cities, Bydgoszcz: University of Technology and Life Science in Bydgoszcz. 435–447
- Lelo, S., & Lukić Bilela, L. (eds.) (2012). Priručnik iz evolucije. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Leiss, A. & Haag-Wackernagel, D. (1999b). Variability and determination of the plumage coloration of the Feral Pigeon *Columba livia*. Ecol. Birds 21: 331–363.
- McKinnon, J. S., & Pierotti, M. E. (2010). Color polymorphism and correlated characters: genetic mechanisms and evolution. Molecular Ecology, 19, 5101–5125.
- Mundy, N. (2005). A window on the genetics of evolution: MC1R and plumage colouration in birds A window on the genetics of evolution: MC1R and plumage colouration in birds. Proc R Soc Lond B Biol Sci.;272:1633–1640.
- Petz, B. (1964). Osnovne statističke metode. Izdanja škole narodnog zdravlja “Andrija Štampar”, Medicinski fakultet – Zagreb.
- Roulin, A. (2004). The evolution, maintenance and adaptive function of genetic colour polymorphism in birds. Biol Rev. 79:815–48. doi: 10.1017/S1464793104006487
- Vickrey, A. I., Bruders R., Kronenberg Z., Mackey, E., Bohlender, R. J., Maclary, E. T., Maynez, R., Osborne, E. J., Johnson, K. P., Huff, C. D., Yandell, M., Shapiro, M. D. (2018). Introgression of regulatory alleles and a missense coding mutation drive plumage pattern diversity in the rock pigeon. eLife 7:e34803.

DISTRIBUTION OF PHENOTYPIC BODY COLORS VARIANTS *Columba domestica* Linnaeus, 1758 (Vertebrata: Reptilia: Aves) FROM SELECTED LOCATIONS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

In populations of wild pigeons (*Columba domestica* Linnaeus, 1758), the cause of various phenotypic variations is the eumelanin pigmentation of feathers. Analysis of photographs taken in 2023 and 2024 at several locations (11) revealed (according to K. Seung-Gu et al. who defined four phenotypic variants) the presence of three phenotypic variants: darkly pigmented feathers on the entire surface of the body; intensely light wings, (so-called pigeon grey), with two always present dark stripes on the back (phenotype 2), other, darkly pigmented feathers on the whole body; light wings covered with dark spots or spots, with two dark stripes present, almost invisible (phenotype 3) and a third variant, with extremely dark feathers on the body and wings so that the wing patterns are not visible (phenotype 4). The variant with dark pigment of feathers on the body, very light wings (pigeon gray) without stripes (or possibly once) was not noted

(phenotype 1). By applying basic statistical patterns according to: Petz, 1964, i.e. Lelo & Lukić-Bilela, 2012, average values (2.2-3.4) and standard error values (0.11-0.19) and coefficient variability (21-32). Based on the results of recalculated relative values, variant phenotype 2 is the most represented (57.78%), followed by variant phenotype 3 (22.22%) and variant phenotype 4 (20.00%).

Key words: *Vertebrata, Reptilia, Aves, Columba, livia, domestica, Bosnia and Herzegovina*