Mehanizmi specijacije

Pavliš, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2011

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:689194

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

MEHANIZMI SPECIJACIJE

MECHANISMS OF SPECIATION

SEMINARSKI RAD

Ivan Pavliš
Preddiplomski studij znanosti o okolišu
(Undergraduate Study of Environmental Sciences)
Mentor: Prof. dr. sc. Ivančica Ternjej

Zagreb, 2011

SADRŽAJ

1. **UVOD..... 3**
2. **KONCEPT VRSTE..... 4**
3. **REPRODUKTIVNI IZOLACIJSKI MEHANIZMI..... 6**

   2.1 Predzigotički izolacijski mehanizmi..... 6

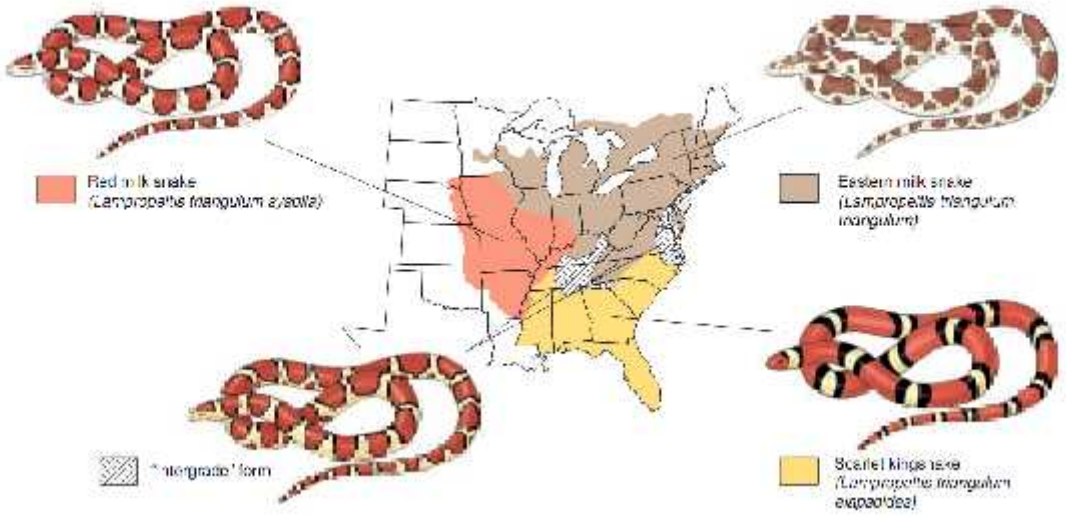
   2.2 Postzigotički izolacijski mehanizmi..... 7
4. **EVOLUCIJSKI MEHANIZMI REPRODUKTIVNE IZOLACIJE..... 8**
5. **GEOGRAFSKA SPECIJACIJA..... 10**
6. **ADAPTIVNA RADIJACIJA I SPECIJACIJA..... 11**
7. **SPECIJACIJA I IZUMIRANJA..... 12**
8. **LITERATURA..... 14**
9. **SAŽETAK……..... 16**
10. **SUMMARY……..... 16**

1. UVOD

Nastanak nove vrste ili specijacija predstavlja konačni učinak promjena u učestalosti alela i genotipova kroz duži vremenski period. Vrsta (lat. species) je osnovna jedinica taksonomske podjele živog svijeta i definira se kao skupina jedinki koja razmnožavajući se međusobno daje plodno potomstvo, ali je reproduktivno izolirana od drugih jedinki. Iako je Darwin svoje kapitalno dijelo iz 1859 godine nazvao *Podrijetlo vrsta*, u njemu nije uspio objasniti „misterij svih misterija“ – kako se iz jedne vrste razvija druga. U ovom radu ću pokušati objasniti sve do danas poznate faktore uključene u mehanizam specijacije.

2. KONCEPT VRSTE

U evolucijskoj biologiji koncept vrste još nije u potpunosti riješen i definiranje vrste je trenutno predmet značajnog broja istraživanja i rasprava. Vrste koje žive na istom prostoru nazivaju se simpatričke vrste i vrlo često koriste različite dijelove staništa za prehranu i razmnožavanje te se razlikuju jedna od druge svojom morfologijom i etologijom. Ponekad su dvije vrste morfološki identične, ali zbog izolacijskih mehanizama ne dolazi do njihove međusobne hibridizacije. Unutar vrste mogu postojati populacije koje se morfološki više ili manje razlikuju jedna od druge. Takve morfološki različite populacije mogu se klasificirati kao varijeteti ili podvrste. U područjima između takvih populacija nalazimo jedinke koje su morfološka kombinacija te dvije vrste (K. de Queiroz, 2005). Poznati i dobro istraženi primjer je geografska varijacija Sjevernoameričke mliječne zmije, *Lampropertis triangulum* (sl. 1) (Armstrong i sur., 2001).



Slika 1. Geografske varijacije mliječne zmije, *Lampropeltis triangulum.* (Raven i sur., 2005).

Samo kod jedinki iste vrste dolazi do izmjene genetskog materijala. Genske razlike bi se izgubile ako bi simpatrijske vrste izmjenjivale gene. Kada bi se simpatrijske vrste mogle križati došlo bi do ujednačavanja genetskih zaliha te dvije vrste. Nemogućnost simpatrijskih vrsta da izmjenjuju gene ključno je za odvojenost vrsta, dok je protok gena između geografski odvojenih populacija ključno za održavanje vrste (Raven i sur., 2005). Evolucijski biolog Ernst Mayr je na temelju tih ideja postavio danas prihvaćeni koncept vrsta koji definira vrste kao „.. skupinu prirodnih populacija koje se stvarno ili potencijalno razmnožavaju i reproduktivno su izolirane od drugih takvih skupina.“ (Queiroz, 2005)

Pripadnici iste vrste mogu se pariti i imati plodno potomstvo. Jedinke koje svojim križanjem ne daju plodno potomstvo reproduktivno su izolirane, što ih čini jedinkama različite vrste. Ponekad se različite reproduktivno izolirane vrste mogu međusobno križati, ali potomci neće biti zdravi ili će biti sterilni. Na taj način, geni jedne vrste neće moći ući u genetski bazen druge vrste. Neke geografski udaljene populacije različitih vrsta mogu se pariti i dati plodno potomstvo, ali u prirodi do toga ne dolazi. Te dvije vrste su reproduktivno izolirane zbog toga što u prirodi geni jedne vrste ne ulaze u genetski bazen druge vrste (Raven i sur., 2005).

3. REPRODUKTIVNI IZOLACIJSKI MEHANIZMI

Reproduktivni izolacijski mehanizmi podijeljeni su u dvije kategorije; predzigotički izolacijski mehanizmi, koji sprečavaju formaciju zigote, i postzigotički izolacijski mehanizmi, koji sprečavaju normalan razvoj zigote nakon što je ona formirana (Raven i sur., 2005).

3.1 Predzigotički izolacijski mehanizmi

Ekološka izolacija

Dvije vrste mogu živjeti na istom području i koristiti različite dijelove staništa zbog čega se međusobno ne susreću te zbog toga ne dolazi do njihovog križanja (Barton i sur., 1986). U Indiji je areali rasprostiranja lava, *Panthera leo* i tigra, *Panthera tigris* preklopljen ali ne dolazi do njihovog križanja. Lavovi žive u skupinama i love na području savana dok su tigrovi solitarne životinje koje love u šumi. Križanje tih dvaju vrsta se pokazalo uspješnim u zatočeništvu, ali u prirodi se te dvije vrste ne križaju (Guggisberg i sur., 1975).

Etološka izolacija

Zbog različitih rituala udvaranja i parenja ne dolazi do križanja vrsta koje žive na istom području. Divlja patka, *Anas platyrhynchos* i šiljorepa patka, *Anas acuta* nastanjuju ista slatkovodna područja Sjeverne Amerike. U zatočeništvu imaju plodno potomstvo dok se u prirodi te dvije vrste križaju jako rijetko (Johnson i sur., 1999). Neke simpatričke vrste žaba, ptica i insekata koriste različite zvukove za dozivanje partnera (Hocket i sur., 1960). Dok neke vrste insekata, proizvode različite feromone kako bi privukle svoje partnere (Kohl i sur., 2001).

Vremenska izolacija

Mnoge srodne vrste vodozemaca se pare u različitim dijelovima godine što onemogućuje križanje tih vrsta. Pet vrsta žaba iz roda *Rana* žive na istočnom području Sjeverne amerike i međusobno se rijetko križaju zbog različitih sezona parenja (Hillis, 2005).

Mehanička izolacija

Morfološke razlike onemogućuju križanje između međusobno srodnih vrsta. Kod mnogih vrsta insekata kopulatorni organi su toliko različiti da se koriste kao primarno obilježje pri determinaciji (Raven, 2005) .

Sprečavanje spajanja gameta

Kod životinja koje ispuštaju gamete direktno u vodu postoji kemijska nekompatibilnost jajnih stanica i spermija kod pripadnika različitih vrsta. Mnoge kopnene životinje se ne križaju uspješno zato što spermij propada zbog nekompatibilnosti sa medijem unutar reproduktivnih organa ženke (Raven, 2005).

3.2 Postzigotički izolacijski mehanizmi

Svi do sad nabrojani faktori sprečavaju normalno formiranje zigote. Ako je došlo do križanja dvaju različitih vrsta i zigota je uspješno formirana, postoje mnogi drugi faktori koji će spriječiti njezin normalan razvoj. Ponekad su genetski komplementi dviju vrsta toliko različiti da zajedno ne mogu normalno funkcionirati u embrionalnom razvoju (Raven, 2005).

Sjevernoameričke leopard žabe iz roda *Rana* su grupa morfološki sličnih žaba koja nastanjuje istočni dio kontinenta. Mnogo godina se vjerovalo da su pripadnici iste vrste ali istraživanja su dokazala da se radi o različitim vrstama. Križanje je jako rijetko uspješno zbog problema u embrionalnom razvoju jajeta. Ako jedinka nastala križanjem i preživi stadij embrija, neće se normalno razvijat. Slabo potomstvo će brzo biti prirodnom selekcijom uklonjeno iz populacije (Hillis i sur., 2005).

4. EVOLUCIJSKI MEHANIZMI REPRODUKTIVNE IZOLACIJE

Većina reproduktivnih izolacijskih mehanizama nisu nastali kako bi omogućili reproduktivnu izolaciju između različitih vrsta. Mnoge vrste koje nasele novo stanište razvijaju posebne adaptacije za život u njemu. Zbog tih prilagodbi jedinke iz nove populacije neće doći u kontakt sa jedinkama iz stare populacije. Ako te dvije populacije i dođu u međusobni kontakt jedinke se više neće prepoznati zbog promjena u fenotipu ili etologiji, tako da jedinke iz tih dviju populacija neće prihvatiti jedni druge kao potencijalne partnere. Formiranje vrsta je kontinuirani proces, koji možemo razumjeti zbog postojanja srednje faze na svim razinama diferencijacije. Ako populacija koje su djelomično diferencirane dolaze u dodir jedna s drugom, genetske razlike će se izgubiti sa vremenom. Ako su populacije reproduktivno izolirane neće doći do genetske razmjene i nastat će nova vrsta. Međutim, postoji situacija u kojoj reproduktivna izolacija djelomično razvijena, ali nije dovršena. Kao rezultat toga, hibridizacija će se pojaviti barem povremeno. Ako su potomci djelomično sterilni ili slabije prilagođeni staništu njihova adaptivna vrijednost će biti reducirana. Prirodna selekcija favorizirat će one jedinke koje nisu nastale križanjem. Ovaj proces se naziva pojačanje (eng; reinforcement) jer dolazi do pojačavanja reproduktivnih izolacijskih mehanizama prirodnim odabirom sve dok to ne dovede do specijacije (Raven i sur., 2005).

Mužjaci guštera iz roda *Anolis* privlače ženke kožnim proširenjem na vratu (podbradak). Broj privučenih ženki ne ovisi samo o intenzitetu obojenja na vratu nego i o okolišu u kojem se gušter pojavljuje. Gušteri koji žive u slabom osvjetljenju šumske sjene privući će najviše ženki sa svijetlo obojanim vratom, dok će oni sa tamnije obojanim vratom privlačiti više ženki na otvorenim staništima. Prirodna selekcija može izazvati promjene u ponašanju za vrijeme parenja (sl. 2) (Losos i sur., 1998).

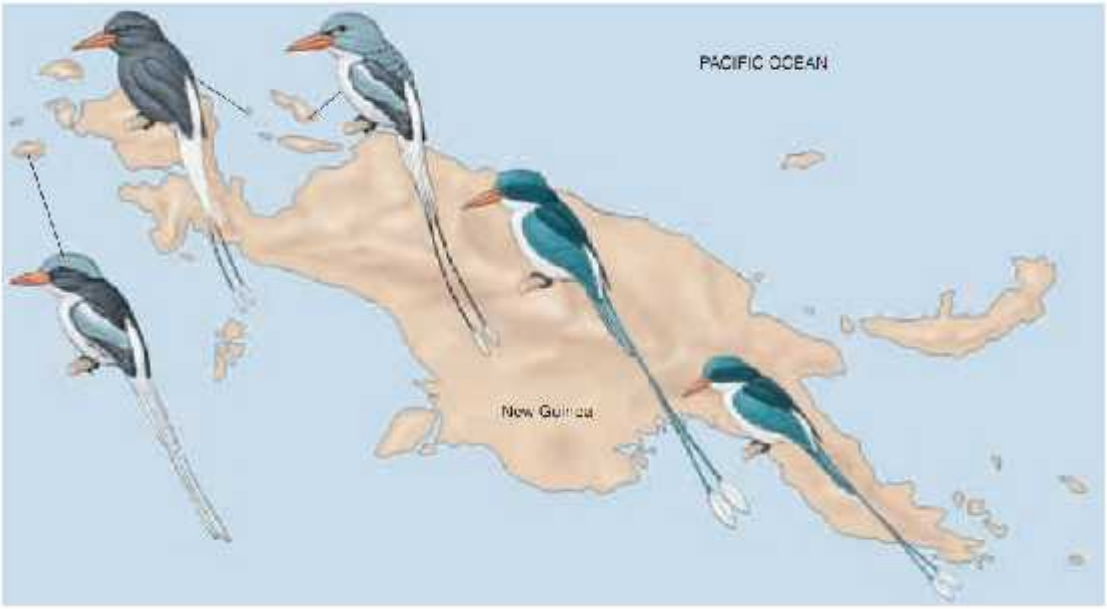
Slika 2. Mužjaci guštera iz roda *Anolis*. (Raven i sur., 2005).

5. GEOGRAFSKA SPECIJACIJA

Specijacija se odvija u dva odvojena procesa. Prvo se populacija iste vrste mora razdvojiti i drugo, mora se javiti reproduktivna izolacija. Sve dok su dvije populacije u reproduktivnom kontaktu proces specijacije ne može nastupiti. Protok gena postoji samo između onih populacija koje su međusobno u kontaktu a do njihovog razdvajanja može doći zbog nekoliko različitih razloga (Raven i sur., 2005).

Alopatrijska specijacija

Geografski odvojene, ili alopatrijske, populacije imaju puno veće šanse za razvoj ključnih promjena koje vode prema specijaciji. Papuanski vodomar, *Tanysiptera hydrocharis*, morfološki jako malo varira na području Nove Gvineje usprkos velikoj varijaciji u otočnoj topografiji i klimi. Nasuprot tome, izolirane populacije na obližnjim otocima pokazuju velike morfološke razlike (Moyle i sur., 2006).



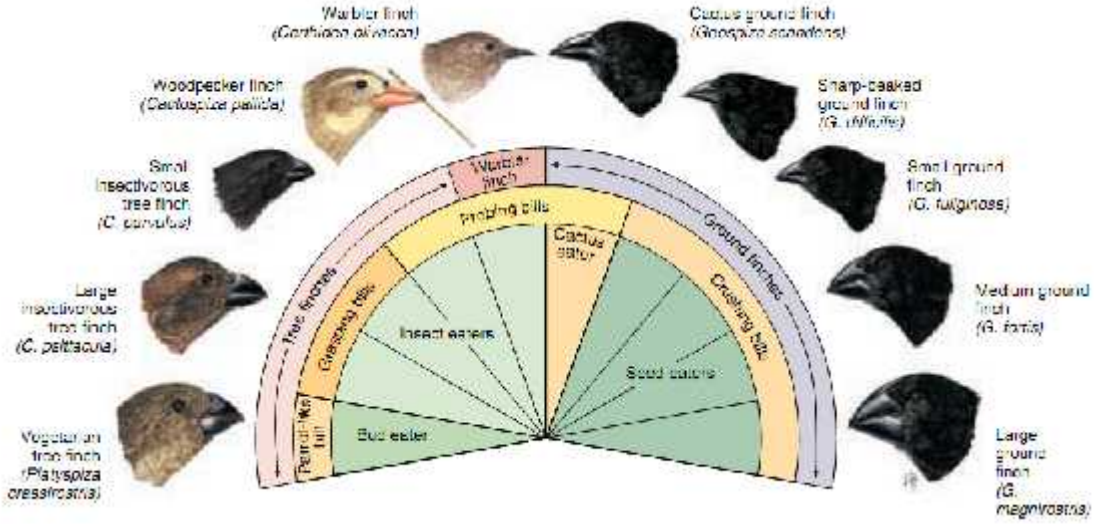
Slika 3. Morfološke razlike kod Papuanskog vodomara, *Tanysiptera hydrocharis*. (Raven i sur., 2005).

Simpatrijska specijacija

Simpatrijska specijacija je česta kod biljaka, dok je kod životinja jako rijetka. Kod životinja se može javiti ako na istom području unutar populacije postoje jedinke dvaju različita fenotipa. Ako je prirodna selekcija dovoljno jaka, kroz veliki broj generacija ta dva fenotipa mogu postati dvije odvojene vrste. Uvjet za to je da postoje različite tendencije u sklonostima za biranje partnera koji bi doveli do reproduktivne izolacije jednog fenotipa od drugog. Kao rezultat toga, dva fenotipa će biti zadržana unutar polimorfne populacije. Na primjer, jezero Barombi Mbo u Kamerunu je malo i ekološki homogeno vulkansko jezero, bez mogućnosti za izolaciju koja bi dovela do specijacije. Ipak, u jezeru nalazimo 11 vrsta srodnih ciklida; svaki od njih je srodniji međusobno sa vrstama iz jezera nego sa vrstama koje nalazimo izvan kratera (Schliewen i sur., 2004).

6. ADAPTIVNA RADIJACIJA I SPECIJACIJA

Jedna od najizraženijih manifestacija evolucije je postojanje grupa vrlo srodnih vrsta koji su se razvili iz istoga pretka prilagođavajući se različitim uvjetima okoliša. Takve adaptivne radijacije su vrlo česte na otocima gdje su se pionirske vrste naselile u okoliš sa mnogo hrane i slabom ili nikakvom kompeticijom. Ovakav tip adaptivnih radijacija javio se između 14 vrsta zeba na otočju Galapagos. Njihov zajednički predak kolonizirao je otočje i načinom života prilagodio se specifičnom okolišu svakog otoka. Prema načinu prehrane i građi kljuna, zebe otoka Galapagos podijeljene su u četiri različite grupe (Raven i sur., 2005).



Slika 4. Četri različite adaptivne grupe kod zeba otoka Galapagos. (Raven i sur., 2005).

7. SPECIJACIJA I IZUMIRANJA

Masovno izumiranje je pojam za oštro smanjenje broja živih vrsta u relativno kratkom vremenskom razdoblju. Preko 97 % svih vrsta koje je ikada živjelo na našem planetu danas je izumrlo, no izumiranja se javljaju u nejednakim intervalima. Prema evidenciji fosila, rata izumiranja na Zemlji je oko dva do pet taksonomskih obitelji morskih beskralješnjaka i kralješnjaka svakih milijun godina. Morski fosili se većinom koriste kako bi se izmjerila rata izumiranja jer su svestraniji i pokrivaju veći vremenski razmak od fosila kopnenih organizama. Otkada je počeo život na Zemlji, bilo je nekoliko masovnih izumiranja. Posljednje veliko izumiranje je bilo na prijelazu iz krede u tercijar, prije 65 milijuna godina. To je izumiranje privuklo najviše pažnje široke javnosti zbog izumiranja najvećih kopnenih životinja na Zemlji - dinosaura. U zadnjih 540 milijuna godina bilo je 5 masovnih izumiranja gdje je izumrlo oko 50 % životinjskih vrsta, a najveće izumiranje u povijesti dogodilo se prije 251 milijun godina kada je prema procjenama na temelju fosila oko 96 % tadašnjeg života u moru izgubljeno, dok je na

kopnu više od tri četvrtine svih živih bića izumrlo, čime uzrok izumiranja vjerojatno nije bio vezan isključivo za događaj na kopnu. Nakon svakog masovnog izumiranja oslobađaju se ekološke niše, nakon čeka nastaju nove vrste koje će ih popuniti (Raup i sur., 1982).

Slika 5. Pet masovnih izumiranja. (Raven i sur., 2005).

8. LITERATURA

Queiroz K. (May 2005), "Ernst Mayr and the modern concept of species". Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 102 Suppl 1: 6600–7.

Armstrong, Michael P.; Frymire, David; Zimmerer, Edmund J. (December 2001), "Analysis of sympatric populations of *Lampropeltis triangulum syspila* and *Lampropeltis triangulum elapsoides*, in western Kentucky and adjacent Tennessee with relation to the taxonomic status of the scarlet kingsnake", Journal of Herpetology 35 (4): 688–93.

Michael Ruse (August 1969). "Definitions of Species in Biology". The British Journal for the Philosophy of Science (Oxford University Press) 20 (2): 97–119.

Johnson, Kevin P.; Sorenson, Michael D. (1999). "Phylogeny and biogeography of dabbling ducks (genus *Anas*): a comparison of molecular and morphological evidence". The Auk 116 (3): 792–805.

Hocket , Charles F. 1960. Logical considerations in the study of animal communication. Animals sounds and animal communication, ed. W.E. Lanyon and W.N. Tavolga, pp. 392–430.

Kohl, J., Atzmueller, M., Fink, B. & Grammar, K. Human Pheromones: Integrative Neuroendocrinology & Ethology. NEL 22, 309-321.(2001)

Hillis, D. M. & Wilcox, T. P. (2005): Phylogeny of the New World true frogs (*Rana*). Mol. Phylogenet. Evol. 34(2): 299–314

Barton N., Bengtsson B. O. (1986), "The barrier to genetic exchange between hybridising populations", Heredity 57 (3): 357–376.

Raven, P.H., Johnson, G.B., Losos, J.B. & Singer, S. R. (2005) *Biology.* 7th edn. Boston: McGraw-Hill.

Losos, J. B., Jackman, T. R., Larson, A., de Queiroz, K., & Rodriguez-Schettino, L. (1998) Contingency and determinism in replicated adaptive radiations of island lizards. Science, 279, 2115-2118.

Moyle, Robert G (2006). "A Molecular Phylogeny of Kingfishers (*Alcedinidae*) With Insights into Early Biogeographic History". Auk 123 (2): 487–499.

Schliewen, U.K., Tautz, D., and Pääbo, S. (1994). Sympatric speciation suggested by monophyly of crater lake cichlids. Nature 368(6472): 629-632.

Raup, D. & Sepkoski, J. (1982). "Mass extinctions in the marine fossil record". Science 215: 1501–1503

9. SAŽETAK

Specijacija je mehanizam kojim nastaju i kojim su nastale sve vrste na planetu. U ovom radu sam htio kratko objasniti neke faktore uključene u mehanizam specijacije. Jasni stavovi o mehanizmima specijacije koje smo mi u današnjem vremenu u stanju uoblićiti temelje se na našem razumijevanju genetike. Unatoč tome što o problematici vrste i specijacije nije uspio doći do konačnog zaključka i objašnjenja, Darwin zaslužuje priznanje što je problem postavio i jasno ponudio raznolika rješenja.

10. SUMMARY

Speciation is the mechanism by which all the species on the planet have occurred and are developing. In this paper I wanted to briefly explain some of the factors involved in the mechanism of speciation. Clear statements about the mechanisms of speciation which we are able to formulate today are based on our understanding of genetics. Despite the fact that the final solution and conclusion about problematic of species and speciation avoided Darwin, he deserves recognition because he set up a problem and offered various clear solutions.