

## Genotipske i fenotipske karakteristike evropske jegulje

Kad se evropska jegulja promatra sa genetskog stanovišta, tada ista spada među životinjske vrste koje nazivamo da su u genetskom pogledu homogene. Ipak, kako piše Umberto D'ANCONA (1950.) usprkos ovoj genetskoj homogenosti, malo koja životinjska vrst (razumije se među kralježnjacima) pokazuje ujedno fenotipsku multiformnost, kao što se to očituje kod jegulje.

Ova multiformnost može biti uvjetovana dobrim dijelom ekstremno različitim ambientalnim faktorima pod kojima se njen život razvija.

Tako uvaženi ihtiolog tvrdi da postoje različitosti i to takve da stručnjaci-praktičari po istima mogu ustvrditi čak iz kojeg je lagunarnog ribnjaka pojedini primjerak (ili korpa sa jeguljama).<sup>1</sup>

Nešto ćemo se duže zadržati kod ovog fenomena, iako je on dosta opširno opisan u stranoj literaturi, ali budući na hrvatskom jeziku nemamo opširnijeg djela o jegulji, koristimo priliku da ovdje iznesemo neke pojedinosti koje će kod daljnjeg proučavanja ove ribe biti od koristi.

Praksa i ribari nam često ukazuju da se nešto posebno događa sa jeguljom. Odatle i mnogi nespozum između ihtiologa i prakse. Mi, kao ihtiolozi, znamo da postoji samo evropska jegulja u našim vodama, samo jedna vrst, pa je isključeno postojanje više vrsta, kako se to ranije mislilo (Kaup na pr.) Ali, budući je kod ove ribe mnogo fenotipskih promjena, nama je shvatljivo mišljenje prakse o raznim vrstama jegulje. Već sam oblik glave, kako nam to crteži pokazuju, u različitim stadijima jeguljina života to nam najbolje potvrđuju. Odatle i razlike u nazivima kod praktičara-ribara. Žučkastozele- ne »blatarice« i srebrenosive do maslinastosive »jesenke«, šiljoglave i tupoglave jegulje, primjerci s malenim i velikim okom, najbolje nam ukazuju na sve različitosti s kojima se susrećemo.

Poznata je činjenica da se jegulje različitog spola različito odnose i spram distribucije u kontinentalnim vodama. U moru, uz samu obalu, u lukama i na ušćima rijeka prevladavaju mužjaci, u gornjim tokovima rijeka i u jezerima prevladavaju ženke. Brojnim sekcijama jegulja iz različitih područja ovaj odnos spolova je praktički utvrđen. Tako je GANDOLFI-HORNYOLD (1929.) za rijeku Loire utvrdio slijedeći omjer: na samom ušću rijeke bilo je 80 posto mužjaka, uzvodno kod Nantesa 71 posto i sve što je bilo dalje od ušća njihov je omjer bio sve manji pa je kod stotinu kilometara od mora bio vrlo malen (ispod 10 posto). Kod venecijanskih laguna D'ANCONA je ustanovio da se pri kanalima koji komuniciraju s morem gdje je veći salinitet zadržavaju samo mužjaci dok su u dijelovima mrtve lagune, gdje ne dopire plimni val uglavnom ženke.

Transformacija koja se zbiva kod jegulje i različitosti fenotipa uvjetovani su, prema mišljenju nekih stručnjaka (FROST, FONTAINE, D'ANCONA) labilnošću genotipa, budući na genotip mogu utje-

cati i faktori sredine. Stoga se kod jegulje genetska preobrazba iz »blatarice« u »jesenku« kod nekih primjera zbiva ranije, kod nekih kasnije, ali ipak nešto drugačije nego kod ostalih riba kod kojih također postoji transformacija.

Kod većine riba spolna aktivnost razvija se normalno s godišnjim ciklusima za vrijeme kojih se nastavlja i normalni rast ribe. Tako imamo redovito prvu spolnu zrelost i kasnije sukcesivne zrelosti koje se lagano umanjuju starenjem ribe, ali svejedno traju. Zubatac ili tunj na pr. nakon prvog mriješćenja, rastom i starenjem i dalje njegove gonade vrše funkciju pa imamo mriješćenje i ponovna priprava za mriješćenje (stadiji Majerove skale) i to se nekoliko puta ponavlja u toku života. Mi takoreći ne znamo kad tunj prestaje s mriješćenjem, dokle god raste razmnožava se. Kod jegulje pak rast se sasvim kompletira za vrijeme mladenačke (juvenilne) faze. Čim se blatarica transformira u jesenku koja je spremna za selidbu, rast prestaje.

Spolna zrelost (zrela gonada) javlja se jedan jedini put i vjerojatno nakon mriješćenja (prvog i jedinog) jegulja ugiba. Svadbeno ruho javlja se jedan jedini put, to je definitivna transformacija. Modifikacije koje pri tome nastaju (promjena boje kože, povećano oko) ostaju do kraja života.

Prijelaz iz blatarice u jesenku očituje se ne samo vanjskim aspektom već i pojačanom aktivnošću tiroidne žlijezde kao i hipofize. D'ANCONA ovu ponovnu promjenu naziva »druga metamorfoza« (prva je preobrazba iz leptocefalusa u staklastu jeguljicu). Stoga ovaj ihtiolog žutu blataricu naziva »larvalnom formom« dok je za njega tek jesenka odrasla riba.

Na ovom mjestu moramo spomenuti velike jegulje, blatarice sa širokom, plosnatom glavom, ali malenim očima, koje se odlikuju velikom proždrljivošću. Iste se nalaze u jezerima, mlakama i lagunama.

Venecijanski ribari smatraju tu jegulju posebnom vrstom (ili rasom) i zovu je papalone. Takve se jegulje mogu opaziti i uloviti prilikom lovin i u našem Vranskom jezeru (jednu smo izmjerili, primjerak preko 5 kg). Radi se vjerojatno o primjercima koji su zakasnili u spolnom dozrijevanju. To su ženke kojima je hipofiza slabo aktivna. Još nisu sasvim proučene, pa se svakako nadamo da će budući ihtiolozi moći rasvijetliti i ovaj problem, koji je vrlo interesantan, jer se takvih jegulja ipak lovi dosta.

Tromost endokrinog sistema, ili bolje, slabija aktivnost hipofize i tiroidne žlijezde čine da jegulja (u razredu riba koštunjača) spada među one kojima je i sazrijevanje gonada sporo.

Vidimo da je vrijeme kod kojeg jegulje dostižu spolnu zrelost (a to je ujedno i vrijeme migracije) vrlo varijabilno i ono prema istraživanjima raznih autora varira od pet (kao najranije moguće razdoblje spolne zrelosti) pa do deset i više godina.

## KARAKTERISTIKE U RAZVITKU SPOLNIH PRODUKATA

(Ovo-i spermatogeneza)

Kod istraživanja životnih procesa jegulje posebnu pažnju biologa privlačilo je pitanje što se događa u genetskom pogledu s jeguljom. Budući se saznalo da se jegulje mrijeste u većim dubinama, nastalo je pitanje da li je moguće doći do spolno zrelih primjeraka.

Kao što smo već u uvodnom dijelu naglasili, u laboratoriju je uspjele tek 1964. godine postići posvemašnu spolnu zrelost ženke. Danas se vrše pokuši da bi se postigla laboratorijskim putem i umjetna oplodnja. Međutim, još nemamo nekih senzacionalnih rezultata i ovi podaci koje donosimo baziraju još uvijek na klasičnim radovima D'ANCONE, RODOLICA i drugih starijih autora.

Stoga je potrebno u ovom prikazu nešto detaljnije opisati situaciju oko istraživanja ovog važnog problema. U uvodnom poglavlju smo naglasili da je SYRSKI (1873., dakle ravno prije stotinu godina) otkrio u jeguljama reznjasti organ kojeg je označio kao nezreli testiculum (sjemenik). U literaturi se i danas taj organ po njemu zove »Sirskijev organ« i obično njegova prisutnost označava mužjaka jegulje. Kasnije je FREUD (1877.) ispitao oko 400 jegulja od 20—61 cm pa je ustanovio da je teško utvrditi da li je to baš testiculum, možda je to i modifikirani ovarium (jajnjak). Stoga je važna njegova postavka da se kod manjih primjeraka jegulje može ustanoviti spol jegulje samo histološkom, tj. mikroskopskom a nikako makroskopskom metodom, tj. pogledom. LEPORI (1833) je ustanovio da Sirskijev organ nije samo muška gonada (testiculum) nego također može biti i ženska gonada (ovarium) koja je tek u razvitku — i kasnije se može razviti u jajčanu vrpce kod odraslih primjeraka jegulje. Kasnije je MAZZA (1913.) dokazao da vanjski oblik gonade kod nezrele jegulje nema veliku važnost za ustanovljenje spola. Isti autor je nalazio u jeguljama gonade u obliku vrpce sa strukturom testisa i obratno — gonade u obliku reznjeva a ispunjene ovocitima.

MAZZA (1923.) je čak utvrdio da jegulje (bilo blatarice, bilo jesenke) kod kojih je izražen »Sirskijev organ« mogu postati ženke, ako ih se uzgaja u posebnom ambijentu. Stoga je već GRASSI (a kasnije i D'ANCONA) došao do zaključka da »mnogi primjerci jegulje pokazuju znakove hermafroditizma i prema uvjetima u kojima žive, definitivno postaju mužjaci ili ženke«. — Ovo saznanje u mnogo me je dalo nade uzgajivačima jegulje u lagunama, da bi mogli usmjeriti uzgoj jegulje prema ženka, budući ženke brže rastu i veće su (teže) što za gospodarenje u jednom ribnjaku mnogo znači.

Prema morfološkom obliku gonada, Grassi je podijelio sve jegulje na tri kategorije:

- 1) Jegulje s gonadama oblika vrpce koje postaju ženke.
- 2) Jegulje s gonadama sasvim reznjastim koje postaju mužjaci.
- 3) Jegulje s gonadama sa slabo razvijenim reznjevima od kojih mogu postati mužjaci ili ženke.

## OVOGENEZA I SPERMATOGENEZA<sup>2</sup>

Pokušat ćemo što praktičnije uz pomoć slike u prilogu, rastumačiti što se zbiva sa spolnim stanicama kod jegulje.

Velike stanice nazivaju se protogoniji. Kod staklastih jeguljica te stanice miruju. One se počnu aktivirati tek kad jegulje narastu 10—12 cm. Tada se protogoniji pretvaraju u tzv. deutogonije, a ti su sastavljeni od nediferenciranih stanica. Kod primjerka od 14—18 cm gonade počinju dobivati prvu spolnu diferencijaciju. Iz deutogonija stvara se izvjestan broj tzv. ovogonija, koji se dalje diferenciraju kao ovociti. Njihov je dijametar oko 200 mikrona, a dijametar njihove jezgre (nukleusa) iznosi 80 mikrona. U tim je stanicama i citoplazma u kojoj se počinju stvarati uljne kapljice. U ovom stadiju u spolnim žlijezdama nalazimo izmiješane protogonije, deutogonije, ovogonije i ovocite — dakle, jedan dio još neodređenih stanica kao i jedan dio ženskih spolnih stanica.

Jedan dio deutogonija počinje se dijeliti i proizvoditi crvastu hrpu, što nije drugo nego niz spermatogonija, koji se kasnije pretvaraju u spermatocite. To se zbiva u jeguljama dužine 18—30 cm.

Upravo ova pojava zajedničkih ovocita i spermatocita stvara kod jegulje razdoblje interseksualiteta, odnosno ambiseksualiteta. Ovo je najkritičnije razdoblje u životu jegulje. Nakon ovoga, prema nekim istraživačima, utjecajem različitih faktora okoline u kojima se jegulja nalazi (da li u moru, brčatog ili slatkoj vodi) dolazi do definitivne determinacije spola, nastaje razdoblje maskulinizacije ili feminizacije. Ova zbivanja kako smo ovdje pokušali našim čitateljima pojednostavljeno prikazati, čine da je jegulja u genetskom pogledu vrlo zanimljiva riba — ali ujedno upravo ova zbivanja mogu u budućnosti (kod akvakulture) igrati presudnu ulogu.

Kao što smo ranije naglasili, pojava da lokalitet boravka jegulje (ambijent) ujedno određuje postotak mužjaka ili ženki u vezi distribucije spola mnogo se proučava. U literaturi o jegulji (BERTIN) postoje dvije hipoteze koje pokušavaju rastumačiti bit ovog problema koji nije samo problem jegulje, nego i nekih drugih životinja. Prva hipoteza zove se: **singamička determinacija**: spol je određen oplodnjom gameta, njihovim spajanjem. Druga hipoteza zove se: **metagamička determinacija**: spol je određen za vrijeme pojedinačnog razvitka organizma nakon spajanja gameta.

Kod prvog slučaja, staklaste jeguljice su već determiniranog spola, dok kod drugog slučaja sve staklaste jeguljice su bez spola, pa tek okolina (milje) u kojoj se nalaze određuje koji će se spol razviti, da li muški ili ženski. MORGANOVA teorija o hromosomima, koja je u prvom redu nastala proučavanjem na kukcima, može se vrlo uspješno aplicirati i na jegulju, iako ima dosta poteškoća. U prvom redu hromosomi su vrlo raznoliki. Ustanovljeno je da ih kod jegulje ima 36 (kod čovjeka 24). Kod čovjeka postoji tzv. heterohromosom (geni X ili Y). Istraživač jegulje RODOLICO nije kod jegulje mogao naći heterohromosom, u svojim brojnim histološkim istraživanjima. Budući se (barem do sada dok ovo pišemo) u laboratoriju nije moglo pratiti razvitak hromosoma kod jegulje, proučavalo se samo staklaste jegulje. Potrebno je ovdje napomenuti

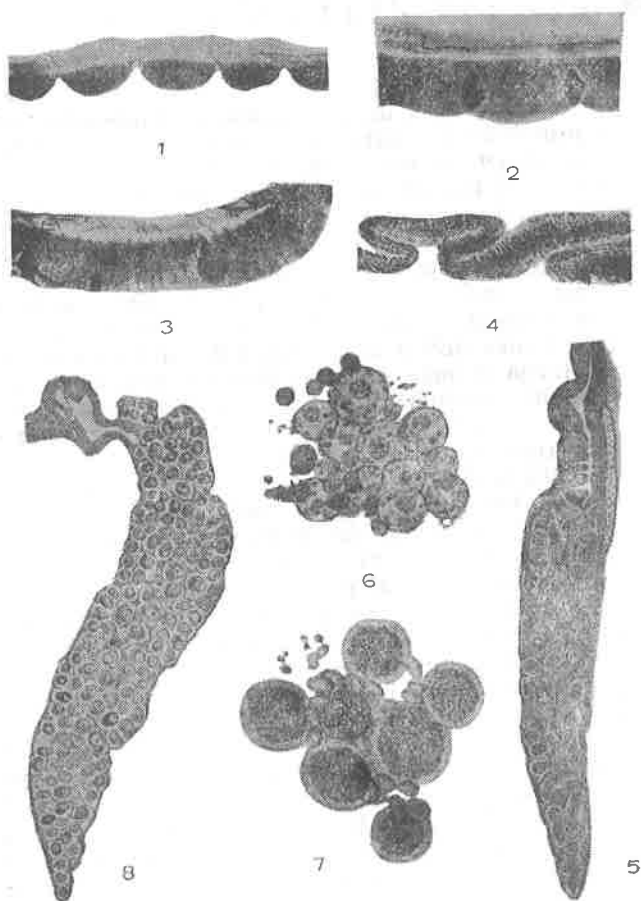
da je singamička teorija starijeg datuma i da se temelji na postojanju spolnih hromosoma, dok je metagamička teorija relativno nova, još uvijek se o istoj vode diskusije, a kao što je vidljivo ista bazira na teoriji o juvenilnom (mladenačkom) hermafroditizmu.<sup>9</sup>

### BILJESKE

- 1) DANCONA, U.: Condizioni ambientali e correlazioni umorali nel differenziamento sessuale e nello sviluppo dell'anguilla. — Pubblicaz. Zool. e Anat. Padova, XIII, 1950.

Ova velika varijabilnost razdoblja u kojem jegulje dostižu spolnu zrelost i s istom se transformiraju u jesenke, ima svoj uzrok i u ambijentalnim uvjetima. Pokusni uzgoj u bazenima pokazao je da rast jegulje i razvitak gonada zavise i od faktora sredine i to u prvom redu termičkih i trofičkih. Ipak, među primjercima u istom ambijentu, koji su bili pod istim vanjskim uvjetima opazile su se znatne razlike. Čak su se razlike opazile i kod primjeraka koji su bili u istom bazenu, i to u prirastu. (str. 128).

Sl. 1

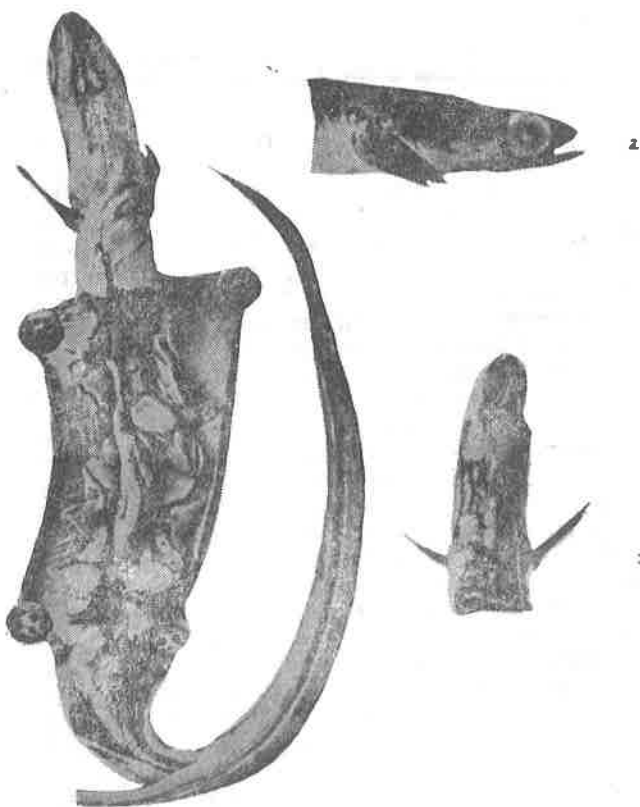


Genitalni organi kod jegulje. Detalj: transformacija resastog organa u obli (1—4), transverzalni presjek ovarija (5). Ovociti i masne stanice (6—7), sjemenik odraslog mužjaka (8). Sve iz BERTIN, Les anguilles.

Prof. Umberto D'Ancona objavio je nekoliko vrlo zanimljivih radova o jegulji.

- 2) Na ovom mjestu potrebno je za neke naše čitatelje dati kraće objašnjenje nekih izraza: gonada: reproduktivna žlijezda, odnosno skupina žlijezda. Može biti muška, ženska i hermafroditna gonada (kod sparida npr. redovna pojava); ovociti: ženske reproduktivne stanice sa diploidnim brojem hromozoma; oogeneza: dioba ženskih spolnih stanica prije nego što budu sposobne za reprodukciju — za muške stanice: spermatogeneza.
- 3) Iz prikazanog je vidljivo da je problem determinacije spola kod jegulje mnogo studiran. Razliku dužine kod staklastih jeguljica tumačio je BELLINI kao spolnu razliku. Prema ovom autoru staklaste su jeguljice raspoređene u tri grupe: a) staklaste jeguljice od 56—61 mm: iz njih nastaje najveći postotak mužjaka (skoro 99 posto), b) staklaste jeguljice od 65—73 mm: od njih nastaje najveći broj ženki (skoro 100 posto). Ove narastu do 55—66 cm kad postanu spolno zrele. c) staklaste jeguljice 78—84 mm: također mužjaci. Ova hipoteza nastala 1906. kasnije je bila kritizirana i od samog njenog autora.

Sl. 2



Mušjak odrasle jegulje. Karakteristična glava sa velikim očima. Iz: BERTIN: Les anguilles.