

Dr B. IVANOVIĆ,
Institut za biološka istraživanja — Beograd,
Biološka stanica Titograd

Embrionalno razviće *Cyprinus carpio*

Embrionalno razviće šarana — *Cyprinus carpio* — u vodi Skadarskog jezera praćeno je u prirodnim uslovima. Šaran je u ovom vodenom basenu, najvećem ribolovnom objektu u našoj zemlji, od velike privredne važnosti. Godišnje se u Skadarskom jezeru ulovi šarana preko 500.000 kg. I pored velikog ekonomskog značaja, detaljnije izučavanje ove ribe i poznavanje zakonitosti embrionog razvića šarana, u prirodnim uslovima nije izučavano. Poznavanje embrionalnog razvića omogućava preduzimanje potrebnih mjera zaštite ove ribe, čija je populacija u Skadarskom jezeru, naročito u zadnjih nekoliko godina, u znatnom opadanjju.

Metodika rada

Embrionalno razviće šarana praćeno je u sezoni razmnožavanja 1966. godine na poplavnom terenu, blizu željezničke stanice Zeta. U sezoni razmnožavanja napravljeno je u neposrednoj blizini prirodnog mrijestilišta šarana vještačko mrijestilište. Vještačko mrijestilište je napravljeno od grana makrofitske vegetacije, koja na ovom terenu raste i postavljeno

pored prirodnog mrijestilišta u poplavnoj zoni, sa bujno razvijenom makrofilskom vegetacijom. Na pripremljeno vještačko mrijestilište izmriješćeno je, pritiskom po trbuhu, nekoliko mužjaka i ženki šarana, koji su ulovljeni u blizini mrijestilišta, u času odlaganja polnih produkata. Potom je vještačko mrijestilište zaštićeno gustom najlonskom mrežom od naknadnog odlaganja ikre, kao i od uništavanja već odložene ikre od raznih neprijatelja.

Izučavanje embrionalnog razvića šarana vršeno je „in vivo”, što je omogućilo izučavanje morfoloških promjena i procesa u krvi. Na samom mrijestilištu za vrijeme embrionalnog razvića praćeno je: temperatura vazduha, temperatura vode i sadržaj kiseonika u vodi svaka dva sata.

Neoplođena ikra

Neoplođena zrela ikra šarana, uzeta iz ženke ulovljene na samom mrijestilištu, iz koje je ikra sama tekla, bez pritiska po trbuhu, ima ovalnu formu. Dimenzije zrele, spremne za

odlaganje, neoplodene ikre variraju od 1,8 do 1,9 mm. Žumance je pokriveno sitnim zrnima, koja su poredana u krugu jedno do drugog.

Zrela, sposobna za oplodnju, ikra košljoriba sadrži u svom površinskom sloju plazme malo prozračnom: iza njih je slabo vidljiv sadržaj i građa žumančastog mjehura. Te kapljice, bez sumnje, nijesu masne, ali prava priroda njihova nije poznata (Križanovskij 1953.).

Boja ikre je blijedo žuto-narandžasta i zavisi od pigmenta, koji se nalaze u površinskom sloju vitelusa.

Razviće oplodene ikre

Embrionalno razviće šarana praćeno je od 21. do 29. aprila 1966. godine. Za vrijeme razvića mjereni su svaka dva sata na samom mrijestilištu: temperatura vazduha, temperatura vode i sadržaj kiseonika u vodi (Tabela I).

Odmah poslije odlaganja zrele ikre u vodu male kapljice iz plazme jajeta nestaju, te plazma postaje homogena, a ikra prozračna. Odložena ikra u vodi brzo počne narastati. Najintenzivnije bubrenje je u toku prvih momenata poslije odlaganja u vodu. U momentu oplodnje dijametar oplodnog jajeta iznosi 1,9 do 2,0 mm. Poslije 42 minuta od dodira jajeta sa vodom dijametar ikre iznosi 2,0 do 2,2 mm; nakon jednog časa i tri minuta dijametar ikre varira od 2,0 do 3,0 mm. Dalje narastanje jajeta u vodi se ne zapazuje. Znači, povećanje dijametara ikre u vodi je najviše u periodu do jednog časa od momenta odlaganja oplodnog jajeta. U periodu narastanja jajeta opna ikre se odvaja od žumančeta i među njima se obrazuje perivitelinsko prostranstvo. Poslije jednog minuta od odlaganja ikre u vodu perivitelinsko prostranstvo iznosi 0,1 mm; poslije osam minuta od 0,1 do 0,2 mm. Dalje povećanje perivitelinskog prostranstva je neznatno i kreće se u granicama od 0,1 do 0,3 mm. Opna oplodnog jajeta, odložena u vodu, postaje lepljiva. Lepljivost jajeta za prvih pet minuta je veoma mala i jedva se da zapaziti. Lepljivost raste sa vremenom i poslije 25—30 min. od odlaganja ikre lepljivost je znatno povećana. Zalijepljeno jaje u prirodnim uslovima i na prirodnim mrijestilištima, kao i na vještačkom mrijestilištu, inkrustira se po slobodnoj nezalijepljenoj površini jajeta, sitnim zrnima mulja i detritusa. To inkrustiranje, po svojoj prilici, ublažava dejstvo spoljašnjih faktora i njihove česte promjene na nježnu fitofilnu ikru. Inkrustiranje ikre, pored toga, mijenja boju jajeta i čini je sličnom boji podloge, što je jedan od načina prilagodnosti i zaštite od neprijatelja.

Tabela I
Kretanje temperature vazduha, vode i sadržaj kiseonika

Datum	Temperatura u 0° u toku		Sadržaj kiseonika u mg/l	Vrijeme:
	dana i noći vazduha	od do vode		
21. IV	18,0—24,5	18,5—20,0	8,90—11,36	Sunčano
22. IV	17,0—23,7	16,0—21,6	8,65—11,26	Umjer. obl.
23. IV	16,5—21,4	14,5—16,5	8,07—9,33	Obl. s kiš.
24. IV	12,2—20,9	11,5—16,5	7,82—9,51	
25. IV	13,0—25,0	17,2—23,2	8,16—9,61	Toplo i sun.
26. IV	14,4—23,3	16,1—21,5	7,36—10,57	Sunčano
27. IV	15,1—22,0	15,2—21,5	9,04—11,13	Umjer. obl.
28. IV	14,7—20,0	15,7—20,04	8,69—10,77	Umjer. obl.
29. IV	16,2—19,9	13,0—18,5	7,55—9,80	Obl. sa kiš.

Embrionalni period razvića šarana opisan je po etapama. Etapa, po Vasneovu, je period života organizma, u toku kojeg protiče rast i razviće, ali ničega kvalitativno novoga u građi i funkciji se ne javlja. Na granici etapa više ili manje sinhrono nastaju kvalitativne promjene u građi, koje povlače za sobom promjene u biologiji organizma; na taj način, prelaz od etape do etape nosi skokovit karakter i povezan je sa dostizanjem određenih razmjera (Kovalev, 1962.)

Najkarakterističnije morfološke odlike embrionalnog razvića šarana po etapama jesu:

- I etapa — Odvajanje jajne opne od žumančeta, pojavljivanje perivitelinskog prostranstva i formiranje blastodiskosa,
- II etapa — Dioba blastodiskosa,
- III etapa — Gastrulacija,
- IV etapa — Organogeneza,
- V etapa — Diferenciranje mozga,
- VI etapa — Pokreti embriona u jajnoj opni,
- VII etapa — Cirkulacija krvi i razvitak žumančastog sistema za disanje, i
- VIII etapa — Izlazak embriona iz jajne opne.

Etape embrionalnog razvića

I etapa — Odvajanje jajne opne od žumanca, pojavljivanje perivitelinskog prostora i formiranje blastodiskosa.

Oplodeno jaje u prvim momentima poslije oplodnje postaje prozračno. Ima žuto-narandžastu boju. Jajna opna je slabo lepljiva. Dijametar ikre je 1,9 do 2,0 mm. Nekoliko sekundi poslije odlaganja jajeta u vodu jajna opna se odlepljuje od žumanca i počinje stvaranje perivitelinskog prostora. Poslije samo jednog minuta boravka jajeta u vodi perivitelinski prostor iznosi 0,1 mm.

Kroz 37 minuta od oplodnje formira se blastodiskos. Jaje naraste, dijametar varira od

2,0 do 2,2 mm. Lipljivost ikre se povećava i jaje se sve čvršće prilepljuje za podlogu. Na animalnom polu jajeta izdvaja se blastodiskos (sl. 1). Poslije jednog časa i dvadeset minuta blastodiskos ima širinu u osnovi 1,1 mm i najveću visinu 0,1 mm. Masne kapljice u žumancetu su uglavnom koncentrisane na animalnom polu, zbog čega se ikra orijentiše animalnim polom na gore. Tu se vrše osnovni životni procesi razvika, te se jaje orijentiše tako, da se animalni pol nalazi u povoljnijim uslovima aeracije. U plazmi se vide, od animalnog pola ka vegetativnom, plazmatične brazde.

II etapa — Dioba blaskodiskosa.

Poslije dva časa i trideset minuta na plazmatičnom diskosu su formirane dvije blastomere (sl. 2). Dimenzije jajeta su 1,7 do 2,0 mm. Širina blastomera 1,5 mm, visina blastomera 0,4 mm, a visina između dvije blastomere 0,1 mm. Dalje dijeljenje jajeta ide na 4, pa na osam blastomera, dok se ne formira krupnoćelijska morula, koja nastaje poslije deset sati i pedeset minuta. Dimenzije jajeta u ovom stadijumu razvika iznose 1,9 do 2,2 mm; žumanceta 1,6 do 1,6 mm. Stadijum srednjećelij-

ske morule nastaje poslije 21 časa i 50 minuta. Tada jaje ima dimenzije 2,2 do 2,4 mm; žumance 1,2 do 1,4 mm. Poslije toga nastaje stadijum blastule.

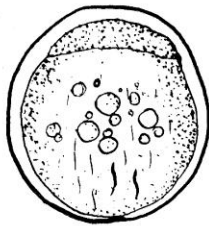
III etapa — Gastrulacija.

Gastrulacija nastaje pri uzrastu od 21 časa i 30 minuta kada se formira dvoslojni začetak. Dimenzije jajeta iznose 1,9 do 2,0 mm; žumanceta 1,5 do 1,6 mm. Embriion raste i sve više obavija žumance. Na jednom kraju embriona — glaveni dio — obrazuje se proširenje. Poslije 28 časova i 40 minuta embrion i dalje raste i zahvata oko 2/3 žumanceta. Na embrionu počinje i na repnom dijelu da se formira proširenje (sl. 3.). Tek na ovom stadijumu uginula ikra se da makroskopski razlikovati po mlično bijeloj boji od zdrave ikre, koja se razvija. Zdrava jaja su jako zalijepljena za podlogu i teško se odvajaju od nje, dok se uginula jaja lako odvajaju od podloge i pri malom dodiru prskaju.

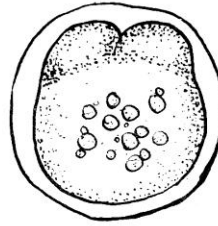
IV etapa — Organogeneza.

Kod uzrasta od 52 časa i 50 minuta embrion i dalje pokriva 2/3 žumanceta. Na glavi se

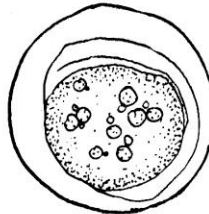
EMBRIONALNI PERIOD RAZVICA *Cyprinus carpio*



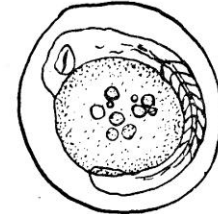
Sl. 1. Formiranje blastodiskosa (uzrast 37 minuta)



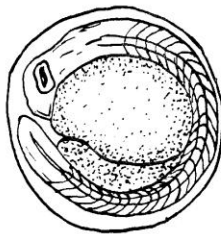
Sl. 2 Dvije blastomere (uzrast 2 časa)



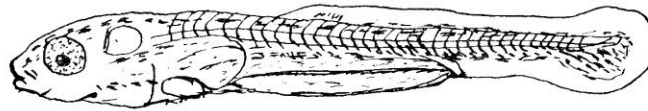
Sl. 3. Završetak gastrulacije (uzrast 28 časova)



Sl. 4. Začetak očiju i miomera (uzrast 53 časa)



Sl. 5. Odvajanje repa od žumanceta (uzrast od 77 časova)



Sl. 6. Slobodni embrion (uzrast 167 časova)

već formirao začetak očiju u vidu očnih mjehura. U srednjem dijelu tijela razvijene su sedam miomera (sl. 4.). Na glavi se nazire začetak mozga u vidu nediferenciranog proširenja. U tijelu se vidi dobro razvijena horda. Dimenzije: jaje 2,0 do 2,1 mm; žumance 1,3 do 1,4 mm; srednja visina embriona 0,1; najveća visina (u predjelu glave) 0,3 mm; perivitelinski prostor varira od 0,1 do 0,4 mm.

V etapa — Diferenciranje mozga.

Pojedini dijelovi mozga: prednji mozak; srednji mozak, produžena moždina i mali mozak zapažaju se pri uzrastu od 63 časa i 25 minuta. Na glavi su dobro razvijene oči sa kristalima. Na ovom stadijumu embrion obavija skoro čitavo žumance. U tijelu se nalaze 17 miomera. Glava i rep su još spojeni za žumance. Žumance je sve manje, jer se embrion hrani rezervnim materijama iz žumanceta. Dimenzije: jaje 2,0 do 2,1 mm; žumance 1,1 do 1,1 mm; perivitelinski prostor 0,2 do 0,3 mm; najveća visina embriona 0,4 mm; a najmanja 0,2 mm.

VI etapa — Pokreti embriona u jajnoj opni

Prvi pokretni embrion u jajnoj opni zapaženi su pri uzrastu od 77 časova i 30 minuta. Rep doseže do glave, koja je još uvijek spojena za žumance. Rep se sve više odvaja od žumanceta. Pokreti embriona u jajnoj opni su sve češći i to ne samo gore-dole već i u krugu. Na tijelu je diferencirano 23 miomere. Lepljivost ikre je sve slabija i znatno manja nego u prethodnoj etapi. Dimenzije: jaje 1,7 do 2,1 mm; žumance je sve manje 1,1 do 1,2 mm; perivitalinski prostor se smanjuje i iznosi 0,1 do 0,2 mm (sl. 5.).

VII etapa — Cirkulacija krvi i razvitak žumančastog sistema za disanje.

Prve pulzacije srca zapažene su poslije 79 časova i 55 minuta. Srce je jasno diferencirano i sastavljeno je iz dva dijela. Pulzacije srca iznosi 60 puta u minuti. Glavni krvni sudovi su jasno vidljivi i kroz njih cirkuliraju obojena krv. Repni dio se sve više odvaja od žumanceta, tako da je skoro jedna polovina embriona odvojena od žumanceta. Pokreti embriona su još češći. Embrion krajem repa pritiska jakim povremenim pokretima na jajnu opnu. Segmentacija tijela je do kraja repa. Lepljivost ikre je još manja i pri laganom potisku jaja se lako odlijepe od podloge. Pri uzrastu od 137 časova i 40 minuta počinje formiranje pigmentnih ćelija. Prve pigmentne ćelije pojavljuju se pojedinačno, razbacane bez reda, po glavi embriona. Melanofore su različitog oblika i veličine. Nešto kasnije pigmentne ćelije se poređuju duž tijela sa leđne i bočne strane tijela sve do kraja repa. Glava je znatno odvojena od žumanceta. Oči su još jače obojene od crnog pigmenta, na glavi se zapaža začetak

usta. Krv postaje sve intenzivnije obojena, a pulzacije srca iznose 60 puta u minuti. Prisilno izdvojen embrion u ovom uzrastu i ovoj etapi ima dužinu 4,0 mm.

VIII etapa — Izlazak embriona iz opne.

Jajna opna je neotporna i pri malom dodiru prska a iz nje izlazi slobodni embrion. Izlazak embriona iz opne je u uzrastu od 167 časova i 30 minuta. Najmasovniji izlazak slobodnih embriona iz jajnih opni je poslije 199 časova od oplodnje. Dužina slobodnog embriona, odmah poslije izlaska iz jajne opne, varira od 4,1 do 5,3 mm. Tijelo je ispravljeno (sl. 6.). Usta se sve više diferenciraju i zapaža se gornja i donja vilica koje su još uvijek nepokretne. U osnovi repnog peraja pojavljuju se začeci skeletnog mehanizma. Pigmentacija je sve veća. Melanofore su poređene u dva reda duž čitavog tijela. Pigmentne ćelije se grupišu naročito na glavi, gdje su međusobno povezane i grade mrežasti splet. Srce pulzira 65 puta u minuti. Embrion se odmah poslije izlaska iz jajne opne slabo kreće, i to poslije većih pauza mirovanja, kada lebdi između guste barske vegetacije.

Zaključci:

1. Embrionalno razviće šarana praćeno je u prirodnim uslovima »in vivo«, u periodu od 21. do 30. aprila 1966. godine. Temperatura vazduha, u periodu razvića kretala se od 12,2 do 25,0 °C; temperatura vode od 11,5 do 21,6 °C; sadržaj kiseonika od 7,55 o 11,36 mg/l.

2. Neoplođena zrela ikra šarana je blijedo žuto-narančaste boje. Dimenzije neoplođene ikre iznose 1,8 do 1,9 mm. Ikra je lepljiva. Najmanja lepljivost je za prvih nekoliko minuta poslije odlaganja i sa vremenom raste. Zalijepljena ikra se inkrustira po svojoj slobodnoj površini sitnim zrnima mulja i detritusa.

3. Zrela, oplodena i odložena ikra u vodu odmah poslije odlaganja počinje da narasta. Narastanje ikre je najintenzivnije do jednog časa, računajući od momenta dodira jajeta sa vodom.

4. Embrionalno razviće šarana prolazi kroz osam etapa. Svaka etapa se odlikuje određenim odnosom prema spoljašnjoj sredini.

5. Prvi slobodni embrioni pojavljuju se u uzrastu od 167 časova i 30 minuta, pri temperaturi vode od 15—20°C. Najmasovniji izlazak embriona iz jajne opne je poslije 199 časova od oplodnje. Dimenzije slobodnog embriona, odmah poslije izlaska iz jajne opne, variraju od 4,1 do 5,3 mm.

6. Izučavanje embrionalnog razvića šarana u prirodnim uslovima i na prirodnim mriještima ima praktičan značaj, radi preduzimanja potrebnih mjera za povećanje populacije ove ekonomski važne vrste riba u Skadarskom jezeru.

LITERATURA:

1. Vasnecov V. V.: 1953. Etapi razvitija kostistih rib. Očerki po opšč. vopr. ihtiolo., Izd-vo AN SSSR.
2. Sojn S. G.: 1962. Embrionalnie prisposoblenija k dihaniju u rib i osobnosti ih razvitija u bajkaljskih bičkov-podkamenščikov (Cottoidei). Vopr. iht. T. 2, vip. 1 (22) Moskva.
3. Sojn S. G.: 1964. Adaptivnie osobnosti stroenija i razvitija ikri i zarodišće rib, sposobstvujušće ulučšeniju dihanija. Vestnik Moskovskovo univerzita, serija VI. No 1. Moskva.
4. Drecun Đ.: Prilog poznavanju biologije krapa iz Skadarskog jezera. Naša poljoprivreda i šumarstvo. God. VII, broj 5—6. Titograd.
5. Kovalev P. M.: 1962. Postembrionalnoe razvitie čidskovo siga *Coregonus lavaretus marenoides* Poljakov v prirodnihi uslovijah. Vopr. iht., T. 2, vip. 4 (25), Moskva.
6. Križanovskij S. G., Smiirnov A. I., Sojn S. G.: 1951. Amurskij sazam-Cyprinus caprio haemototerus. Temminck et Schlegel. Trudi Amurskoj ihtiologičeskoj ekspedicii 1945—1949. g. Moskva. Tom II.
7. Križanovskij S. G.: 1953. Osobnosti zrelih jaic kostistih rib. Vopr. iht. vip. 1. Moskva.
8. Križanovskij S. G.: 1960. O značenii žirovih vključenij v jajcah rib. Zool. ž., T. XXXIX, vip. 1. Moskva.
9. Maksunov V. A.: 1955. K biologii sazana ozera Balhaš. Vopr. iht. vip. 5 Moskva.