

NEKA OPAŽANJA O REAGIRANJU SRDELE
(*SARDINA PILCHARDUS* WALB.)
NA SVJETLO U EKSPERIMENTALNIM UVJETIMA

SOME OBSERVATIONS ON THE REACTIONS OF SARDINE (*SARDINA
PILCHARDUS* WALB.) TO LIGHT UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS

Radosna Mužinić

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

UVOD

Poznavanje reagiranja srdele na svjetlo od znatne je važnosti za njezin lov koji se u Jadranu i u Mediteranu uopće vrši uz pomoć umjetnog svjetla. Stoga se već u sklopu ispitivanja mogućnosti održavanja srdele u eksperimentalnim uvjetima, koja se zadnjih godina provode u Institutu za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, pristupilo izučavanju nekih aspekata odnosa ribe prema svjetlu.

Opažanja o reagiranju srdele na svjetlo vrlo su rijetka, a bila su većinom izvršena u prirodnim uvjetima. Hodgson i Richardson (1949) promatrali su reakciju srdele na umjetno svjetlo u moru pomoću ultrazvučnog detektora. Verheijen (1958) je pratio ponašanje srdele pod umjetnim svjetlom prilikom lova i kod toga je, pored formiranja jata i kretanja za hranom, zapazio i dezorijentirana kretanja. Cushing (1957) je ispitivao dnevnu raspodjelu ribe, vjerovatno većinom srdele, putem ultrazvučne detekcije i našao je da se riba nalazi danju dublje nego noću.

Prva opažanja o utjecaju umjetnog svjetla na ponašanje srdele u eksperimentalnim uvjetima (Mužinić, 1960) pokazala su slijedeće.

Mlaz bijelog svjetla slabog intenziteta (2,5 w) jako je uznemirivao ribu, osobito kada se izvor svjetla pokretao. Ozljeđena riba jednako je reagirala, a isto tako i nahranjena riba. Svjetlo je štoviše uznemirivalo i jednu jedinu individuu u tenku. Izgladnjela srdela daleko je slabije reagirala, a iscrpljena nikako i nije reagirala.

Mlaz svjetla istog intenziteta nije uznemirivao ni grupu srdela, a niti jednu jedinu individuu u tenku za vrijeme intenzivnog hranjenja. Primjerci u lošoj kondiciji nešto su reagirali za vrijeme hranjenja, ali oni su slabije i uzimali hranu.

Ovdje će se iznijeti opažanja o ponašanju srdele u potpunoj ili skoro potpunoj tami, o kritičnom nižem intenzitetu svjetla, kao i o reagiranju ribe na radikalne promjene intenziteta bijelog svjetla u oba pravca.

MATERIJAL I METODIKA

Opazanja su se izvršila na uzorcima lovina srdele iz 1960, a dijelom i 1962. Za tu svrhu koristila se riba iz triju eksperimenata održavanja srdele u akvarijskim uvjetima. Navode se podaci o dužini i zastupljenosti spolova za posebne uzorke lovina iz kojih se uzeo materijal za eksperimente.

Redni broj eksperimenta No. of experiment	Srednja totalna dužina Mean total length cm	Spol % Sex	
		♂	♀
8	15,0	50,4	49,6
9	14,3	62,8	37,2
20	15,6	29,3	70,7

Opazanja su se izvršila isključivo na grupama primjeraka, a najčešće na grupi od 24 primjerka iz eksperimenta br. 9. Upotrebljeni primjerci nisu pokazivali znakove spolne aktivnosti, a nalazili su se u vrlo dobroj kondiciji.

Opazanja su se provela u ljetnim i jesenskim mjesecima, i to u toku dana. Za svaki niz opažanja navedena je temperatura.

Kod eksperimentiranja upotrebili su se veći tenkovi eksperimentalnog akvarija. Oni su četvrtastog oblika, a unutrašnje su im dimenzije slijedeće:

Redni broj tenka No. of tank	Dimenzije tenka Dimensions of tank cm		
	Dužina Length	Širina Width	Visina ¹⁾ Height ¹⁾
1—3, 8	107—120	42—57	39—50

Dimenzije tenka br. 1 bile su naknadno povećane na: 295×119×120 cm. Kako se, prema tome, tenk br. 1 po svojim novim dimenzijama znatno razlikovao od ostalih, to je njegova upotreba posebno istaknuta.

Kod samog eksperimentiranja riba se hranila navlaženim ribljim brašnom kojemu se dodavao suhi kvasac, ukoliko nije drugačije naznačeno.

¹⁾ Podaci se odnose na stupac vode.

¹⁾ The data concern the water column.

Uvjeti osvjetljenja kod rada bili su definirani na osnovu intenziteta svjetla koje je padalo na površinu vode u tenkovima. Mjerenje tog intenziteta provodilo se fotometrom u sredini tenka, iznad same površine vode.²⁾

Kod eksperimenata s bijelim svjetlom upotrebljavala se žarulja s volframovim nitima. Žarulja je bila smještena u sredini tenka, na visini od cca 50 cm iznad površine vode. Intenzitet bijelog svjetla regulirao se pomoću transformatora. Danje svjetlo isključivalo se pomoću crnih zastora.

REZULTATI

PONAŠANJE SRDELE U POTPUNOJ ILI SKORO POTPUNOJ TAMI

Radi izučavanja ponašanja srdele u tami bilo je izvršeno nekoliko eksperimenata potpunog zamračenja eksperimentalnog akvarija. Prije zamračenja slabo danje svjetlo prodiralo je u akvarij tako, da se intenzitet svjetla iznad upotrebljenih tenkova kretao unutar 1 lm. Srdela se držala u potpunoj tami najviše 10 minuta. Eksperimenti su se izvršili kod temperature od cca 16° C.

U potpunoj tami srdela se uznemirivala. Promatrati ribu nije, naravno, bilo moguće. Ali, izvjesno vrijeme nakon uspostavljanja zamračenja moglo se čuti iskakanje pojedinih primjeraka iz vode, iako ne simultano u svim tenkovima. Kasnije su se na nekim srdelama mogle zapaziti ozljede.

Prije instaliranja automata za uključivanje svjetla napajanog strujom iz akumulatora svaki defekt u električnoj mreži, koji je dovodio do nestanka svjetla u eksperimentalnom akvariju noću, uzrokovao je ozljede ribe; duži defekti izazivali su ugibanje jednog dijela ribe.

Ozljede ribe mogle su se, međutim, izbjeći uz malo svjetla. U više navrata bilo je, kod 16° C, kao i kod viših temperatura, izvršeno nepotpuno zamračenje eksperimentalnog akvarija, tako da su se jedva nazirale konture ribe. Intenzitet svjetla koje je padalo na tenkove bio je tako malen da ga nije bilo moguće registrirati upotrebljenim fotometrom.

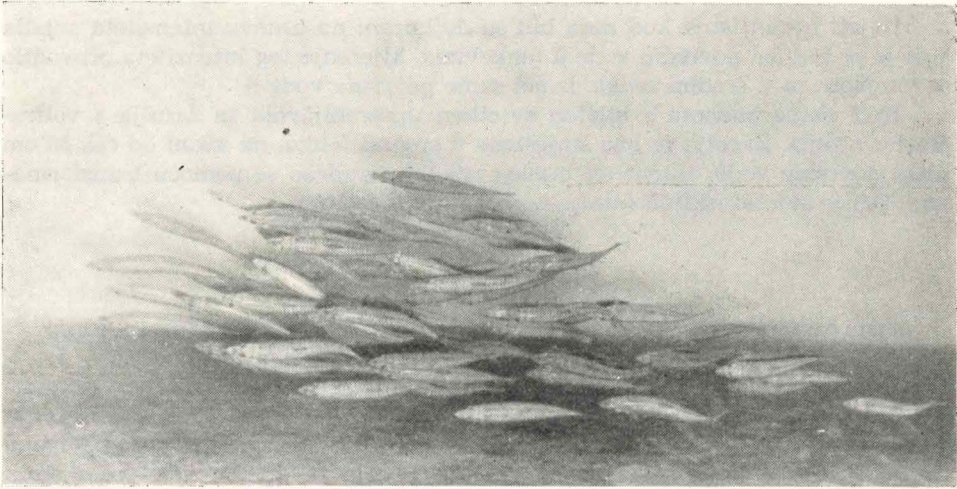
Kod takvog zamračenja riba se kretala sporo i držala se više razbijeno nego inače; k tome ona se približavala zidovima tenka, a katkad se penjala uz zid vertikalno glavom prema gore.

Razliku između ponašanja srdele kod slabog dnevnog svjetla i u potpunoj tami u velikom tenku ilustriraju slike 1 i 2. Prije zamračenja riba je kružila u prilično kompaktnom jatu, a nakon isključenja dnevnog svjetla jato se potpuno razbilo.

Loukashkin i Grant (1959) su kod pacifičke srdele, *Sardinops caerulea* (Girard), našli da se u potpunoj tami jato razbija, te da veći dio ribe gubi ravnotežu i zauzima vertikalni položaj, kretajući se polagano prema površini glavom gore.

Disperzija jata riba u tami bila je u više navrata opažena. Zadnjih godina zabilježio ju je Ellis (1956) kod *Gadus callarias* u prirodnim uvjetima pomoću

²⁾ Upotrebljen je »EEL« Lightmaster fotometar s tri skale: 0—10, 0—100 i 0—1000 lm na kvadratnu stopu. Izvršeno je preračunavanje te dimenzije na 1 lm.



Sl. 1. Srdele kruže u prilično kompaktnom jatu u velikom tenku. Eksperimentalni akvarij bio je osvijetljen slabim dnevnim svjetlom.

Fig. 1. Sardines circling in a rather compact school in the large tank. The experimental aquarium was illuminated by low daylight.



Sl. 2. Nakon isključenja dnevnog svjetla jato se sasvim razbilo. Srdele su rasijane po tenku, a dvije od njih penju se skoro vertikalno, glavom prema gore.

Fig. 2. After excluding daylight the school completely broke up. Sardines are scattered throughout the tank and two of them are rising in a nearly vertical position with the head up.

ultrazvučnog detektora. Za vrijeme disperzije jata maksimalna visina ribe iznad morskog dna bila je nešto veća.

Von H o l s t (1935-36) je ukazao na udio vizuelne orijentacije u održavanju ravnoteže i saradnju između oka i labirinta u tom pogledu kod *Crenilabrus rostratus*, a kasnije i kod drugih riba (von H o l s t, 1950).

KRITIČNI NIŽI INTENZITET SVJETLA

U cilju određivanja kritičnog nižeg intenziteta svjetla u danim eksperimentalnim uvjetima, tj. onog intenziteta svjetla, ispod kojega srdela ne uzima hranu, izvršila su se dva niza eksperimenata hranjenja ribe kod vrlo niskog intenziteta svjetla.

Pri eksperimentiranju ribi se davao suhi, prethodno navlaženi kvasac. Eksperimenti su se izvršili kod temperature od 19—24° C.

Kod jednog niza eksperimenata slabo danje svjetlo prodiralo je prije opažanja u eksperimentalni akvarij tako, da je intenzitet svjetla nad upotrebljenim tenkovima pokazivao vrijednosti ispod 1 lm. Svjetlo se reduciralo do vrlo slabog intenziteta koji se upotrebljenim fotometrom nije mogao mjeriti (ispod 0,2 lm). Kod takvog intenziteta svjetla srdela je dobro uzimala hranu. Samo okupljanje ribe na mjestu davanja hrane bilo je obično sporije.

Kod drugog niza eksperimenata održavalo se prije opažanja nad upotrebljenim tenkom umjetno bijelo svjetlo intenziteta cca 10 lm u toku dva sata. Svjetlo se reduciralo postepeno (kroz dva minuta) do nemjerljivog intenziteta. Kod takvog intenziteta svjetla srdela je dobro uzimala hranu.

Izvršeni eksperimenti ukazuju na vrlo nisku vrijednost minimalnog intenziteta svjetla za hranjenje srdele u danim eksperimentalnim uvjetima. Potrebno je, međutim, istaknuti da su se kod svih opažanja u tom pogledu upotrebili mali tenkovi.

UTJECAJ RADIKALNIH PROMJENA INTENZITETA UMJETNOG BIJELOG SVJETLA NA PONAŠANJE SRDELE

Opazanja o utjecaju promjena intenziteta umjetnog bijelog svjetla na ponašanje srdele bila su izvršena kod temperature od 19—24° C.

a) Povećanje intenziteta svjetla

Kod naglog povećanja intenziteta svjetla od vrlo niske vrijednosti na 100 lm srdela se naglo spuštala u donju trećinu tenka, jako se uznemirivala i dezorijentirano jurila po tenku. Zatim se nešto podizala i ostajala u donjoj polovini tenka. Nakon povećanja intenziteta svjetla srdela je bila vrlo plašljiva i snažno je reagirala na svaki nadražaj.

Neposredno nakon naglog povećanja intenziteta svjetla neke su srdele uzimale hranu, ali kao »u groznici«, i to ne blizu same površine vode. Riba se kod toga udaljavala nešto više nego obično od mjesta davanja hrane.

Nakon jednog sata održavanja intenziteta svjetla na 100 lm riba se nešto smirivala i uzimala hranu intenzivno, iako ne blizu same površine.

Svako kasnije povećanje intenziteta svjetla na 100 lm izazivalo je spuštanje ribe u donju trećinu tenka. Ali kasnija povećanja nisu uznemirivala ribu. Ona je nastavljala mirno kretanje u donjoj trećini tenka i ubrzo se nešto podizala (katkad već nakon 30 sekunda).

Nakon svakog kasnijeg naglog povećanja intenziteta svjetla srdela je uzimala hranu intenzivno, iako ne blizu same površine vode.

Povećanje intenziteta svjetla na 100 lm nad velikim tenkom izazivalo je sličnu reakciju ribe. Riba je silazila blizu dna i, nakon kratke dezorijentiranosti, uznemireno jurila u nekompaktnoj formaciji uokolo uobičajenim pravcem (poput kazaljke na uri). Uskoro se ipak malo podizala i nešto smirivala.

Čini se da je postepeno povećanje intenziteta svjetla djelovalo slabije na ribu nego naglo povećanje.

Kod eksperimentiranja sa svjetlom od 60 w na atlantskoj srdeli u prirodnim uvjetima pomoću ultrazvučnog detektora *Hodgson i Richardson* (1949) su ustanovili da se riba nakon paljenja svjetla spustila, a tek onda digla, i to na nivo viši od prvotnoga.

b) Smanjenje intenziteta svjetla

Smanjivanje intenziteta svjetla vršilo se od 100 lm do potpune tame ili nemjerljive vrijednosti. Riba se držala u tami najviše tri minuta. Prije eksperimentiranja održavalo se konstantno osvjetljenje u toku 30 minuta.

Kada se u toku tog kratkotrajnog držanja ribe u potpunoj tami intenzitet svjetla naglo povećao ili mlaz svjetla vrlo slabog intenziteta uperio na tenk, konstatacira se da se riba nalazila rasturena po tenku bez reda, i to u gornjem sloju.

Kod naglog smanjenja intenziteta svjetla na slabu, nemjerljivu vrijednost moglo se ustanoviti da riba naglo usporava kretanje, da se neki primjerci izdižu prednjim dijelom tijela, da riba prilazi zidovima tenka bliže nego obično i da se katkad penje uz zidove tenka vertikalno glavom prema gore.

I kod kasnijih naglih smanjenja intenziteta svjetla u toku eksperimentiranja riba se jednako ponašala.

Neposredno nakon naglog smanjenja intenziteta svjetla na nemjerljivu vrijednost srdela je uzimala hranu, ali slabo (sporim pokretima). Kada se smanjenje provodilo za vrijeme samog hranjenja, ona je nastavljala jesti, iako slabo.

Smanjenje intenziteta svjetla od 100 lm na nemjerljivu vrijednost nad velikim tenkom izazivalo je razbijanje jata i dizanje ribe.

Čini se da je postepeno smanjenje intenziteta svjetla djelovalo slabije na ribu nego naglo smanjenje.

ZAKLJUČCI

1) U skoro potpunoj tami, tj. kod intenziteta svjetla, koji se upotrebljenim fotometrom nije mogao registrirati, nakon prethodnog držanja u uvjetima slabog danjeg svjetla, srdele su usporavale kretanje, držale se više razbijeno i gubile ravnotežu. Riba se slično ponašala i kod naglog smanjenja intenziteta umjetnog bijelog svjetla od 100 lm na nemjerljivu vrijednost. U slučajevima u kojima su srdele prije eksperimenta formirale jato nastupala je njegova disperzija.

2) Naglo povećanje intenziteta umjetnog bijelog svjetla od nemjerljive ili vrlo niske vrijednosti na 100 lm uznemirivalo je ribu i izazivalo njezino jače reagiranje na nadražaje. Neposredno nakon tog povećanja riba je silazila blizu dna tenka, da bi se uskoro opet nešto podigla. Nakon povećanja intenziteta svjetla srdela je uzimala hranu.

3) Kritični niži intenzitet svjetla, tj. intenzitet svjetla, ispod kojega srdela nije uzimala hranu, bio je vrlo nizak. Srdela je, naime, uzimala hranu kod intenziteta svjetla ispod 0,2 lm. Uzimanje hrane bilo je, međutim, slabije kada se intenzitet umjetnog bijelog svjetla prije eksperimenta održavao na 100 lm umjesto na niskim vrijednostima danjeg svjetla ili na 10 lm umjetnog bijelog svjetla.

Sva ova opažanja izvršila su se u malim tenkovima.

BIBLIOGRAFIJA

- Cushing, D. H. 1957. The number of pilchards in the Channel. Fish. Invest., Lond., Ser. 2, 21 (5) 27 p.
- Ellis, G. H. 1956. Observations on the shoaling behaviour of cod (*Gadus callarias*) in deep water relative to daylight. Journ. Marine Biol. Assoc. United Kingdom, 35 (2) : 415—7
- Hodgson, W. C. and I. D. Richardson. 1949. The experiments on the Cornish pilchard fishery in 1947—8. Fish. Invest., Lond., Ser. 2, 17 (2), 21 p.
- Holst, E. von. 1935—36. Über den Lichtrückenreflex bei Fischen. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 15 (1) : 143—58
- * Holst, E. von. 1950. Die Arbeitsweise des Statolithenapparates bei Fischen. Z. vergleich. Physiol., 32 : 60—120
- Loukashkin, A. S. and N. Grant. 1959. Behavior and reactions of the Pacific sardine, *Sardinops caerulea* (Girard), under the influence of white and colored lights and darkness. Proc. Calif. Acad. Sci., 29 (15) : 509—48
- Mužinić, R. 1960. On the schooling and feeding habits of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in aquarium (Preliminary observations). Proceedings of the World Scientific Meeting on the Biology of Sardines and Related Species, Rome 1959, 3, Experience Paper (17) : 1119—23
- Verheijen, F. J. 1958. The mechanisms of the trapping effect of artificial light sources upon animals. Arch. néer. Zool., 13 : 1—107.

* Originalni rad nije mogao biti konzultiran.

SOME OBSERVATIONS ON THE REACTIONS OF SARDINE (*SARDINA PILCHARDUS* WALB.) TO LIGHT UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS

Radosna Mužinić

SUMMARY

The observations covered the effects on sardine behaviour of the total and nearly total darkness as well as radical changes in the intensity of white light in both directions. They have been done on groups of sardines. The fish used were in very good condition and did not show signs of sexual activity. The average lengths for samples taken from the catches used amounted to 14.3, 15.0 and 15.6 cm. The sardines were kept in rectangular tanks with running water, which were 107—120 cm. long, 42—57 cm. wide and 39—50 cm. deep. A large rectangular tank with the internal dimensions 295×119×120 cm. was also used. The experiments have been carried out mainly at temperature ranging from 19 to 24° C.

In total or nearly total darkness sardines kept previously in low daylight illumination slowed down their movement, remained more scattered throughout the tank and lost equilibrium. A similar response of the fish was recorded after a sudden change of the white light intensity (tungsten filament bulb) from 100 m.c. to values too low for the means of measurement. When sardines were schooling before, as observed in the large tank, the school completely broke up (Figures 1 and 2).

The sudden change of the white light intensity from very low values to 100 m.c. was followed by an immediate sinking of sardines near the bottom of the tank and some subsequent rise. Such a change troubled the fish and made their reactions to stimuli more violent, but did not hinder them from feeding.

The critical lower light intensity, i.e. the light intensity below which no feeding took place, was very low as shown by the observations in the small tanks. In those tanks sardines took food at a light intensity below 0.2 m.c. The feeding then seemed to be, however, less intense when the white light prior to the experiment was maintained at 100 m.c. instead of 10 m.c. or at low daylight illumination.