

Socijalni stres u jegulja

T. Modrić

Izvod

U članku su izneseni osnovni podaci o uzrocima i mehanizmu djelovanja stresa u riba. Također su prikazani rezultati morfoloških, hematoloških i drugih fizioloških pretraga jegulja u kojih je pokusno izazvan socijalni stres.

Intenzivan uzgoj riba odvija se u uvjetima koji su znatno različiti od onih u prirodnom okolišu. Fizički, kemijski i biološki uvjeti umjetnog staništa uvelike variraju. Velika gustoća nasada može izazvati sukobe koje riba često ne može izbjeći. Takvi su uvjeti za ribu štetni i izazivaju fiziološku stresnu reakciju, koja lako može prijeći u patološko stanje.

Socijalna hijerarhija, osim u toplokrvnih životinja, utvrđena je i u riba. To je stanje u populaciji u kojemu se neke jedinke nametnu kao natčinjene. Time se one druge, potčinjene, nađu u manje povoljnom položaju u pogledu raspolaganja hranom i staništem, ali i što se tiče mogućnosti razmnožavanja. Dominantno ponašanje analogno je teritorijalnom ponašanju opisanom u riba i u drugih životinja (Wilson, 1975, cit. prema Schreck, 1981).

Pojedinci zauzimaju društveni položaj koji im omogućuje pogodnosti, slobodu kretanja i uspjeh u razmnožavanju. Česti i agresivni susreti štetno utječu na populaciju preko hipofizo-adreno-gonadne osi. Jedinke izložene stresu lakše podliježu nestašici hrane, završe kao plijen grabežljivaca ili spolno ne sazriju (King, 1973, cit. prema Schreck, 1981).

Wilson je istaknuo da su agresivni susreti riba mnogo češći ako im čovjek baca hranu na hrpu pa se na tome uskom području pojavi i suparništvo, što uvjetuje pojavu dominantnih riba, a time i neujednačen rast.

Poznato je da ribe u stanju stresa pokazuju simptome vrlo slične onima u sisavaca. Stres je moguće podijeliti u primarni i sekundarni. Primarni obuhvaća djelovanje stresova (to može biti nedostatak kisika, hvatanje, rukovanje, ranjavanje ili napornost plivanje) na živčani i endokrini sustav. Sekundarni stres obuhvaća pak fiziološke posljedice primarnih promjena.

Stresna reakcija nazvana i »opći adaptacijski sindrom«, pojavljuje se u kralježnjaka, a svrha mu je da organizmu omogućiti obranu u opasnim situacijama. Vremenski ga je moguće pratiti u tri glavne faze: uzbuna, otpornost i iscrpljenost. Uzbuna bi bila uključena u primarni stres, a otpornost i iscrpljenost u sekundarni.

Fazu uzbune ili primarni stres odlikuje skup fizioloških promjena izazvanih lučenjem hormona kojima je svrha da

što brže opskrbe organizam raspoloživim energijskim tvarima, kojih energija može brzo poslužiti za napad ili bijeg. Do te faze dolazi tako da stresor pobudi autonomni živčani sustav, čiji centar, hipotalamus, lučenjem »releasing«-faktora (CRF) potakne hipofizu na lučenje adrenokortikotropnog hormona (ACTH) u krv. ACTH krvlju dolazi do srži nadbubrežne žlijezde, odnosno do kromafinog tkiva u riba, pa izaziva sekreciju katekolamina (adrenalina i noradrenalina). Katekolamini pospješuju rad srca, povisuju krvni tlak i razinu glukoze u krvi, ubrzavaju glikogenolizu u jetri, utječu na rad bubrega te djeluju na ravnotežu vode u tijelu.

Istodobno se uključuje i sustav hipotalamo-hipofizo-kora nadbubrega (odnosno interrenalno tkivo), jer ACTH djeluje i na interrenalno tkivo. Zbog sporijeg lučenja učinak se očituje kasnije, u fazi otpornosti, kojom počinje i sekundarni stres. Uloga je toga sustava da lučenjem adrenokortikalnih hormona pospješuje glukoneogenezu (sintezu glukoze) u jetri, a to znači mobilizaciju izvora energije, uglavnom masti i bjelančevina. Uz navedene učinke dolazi i do slabljenja imunosti, što smanjuje otpornost organizma na duži rok, ali su u stresu sve reakcije podređene brzini djelovanja.

Metabolički putovi ovih dvaju sustava međusobno su povezani mnogim karikama preko kojih jedan može djelovati na drugi (Donaldson, 1981; Plokering, 1981).

Mobilizacijom mehanizama u prvoj i drugoj fazi stresa organizam se od utjecaja stresora može braniti bijegom ili napadom. Nakon iscrpljivanja tih mehanizama organizam ulazi u fazu iscrpljenosti, kada se više ne može braniti od specifičnog stresora, a ni od drugih bolesti. U jegulja je česta papilomatoza (dobročudni tumor kožnog epitela, obično na glavi) kojoj uzrok treba tražiti u djelovanju neodgovarajuće slanosti vode kao stresora (Peters i Peters, 1979).

Akutni stres (faza otpornosti) odlikuje hipertrofija interrenalnog tkiva, za razliku od kroničnog (iscrpljenost), kada već dolazi do njegove degeneracije. Nakon 14 dana smanjuje se broj trombocita, a povećava broj heterofilnih granulocita.

Više skupina istraživača pokusno je izazivalo socijalni stres u jegulja, koje su, zbog snažno izražene socijalne hijerarhije, vrlo pogodne životinje za takve pokuse. Jegulje su u parovima boravile u tjesnome akvarijskom prostoru. Bez obzira na to je li u akvariju bilo mjesta za skrivanje ili nije, prije ili kasnije uspostavljao bi se hijerarhijski odnos s dvama tipovima agresivnog ponašanja. Pri jednome bi nadređena jegulja zastrašivala podređenu

zjapljenjem čeljusti i širenjem peraja, na što bi podređena bježala ili bi, u manjem broju slučajeva, učinila isto. Drugi tip agresivnog ponašanja nadređene ribe karakteriziralo je njezino zalijetanje i ujedanje. Zbog toga što bi podređena jegulja najčešće bježala, nadređena bi je uspijevala ujesti za rep, uz snažno tresenje, što je uzrokovalo ozljede na koži. Nakon 5 do 10 dana potčinjene ribe bivale su iscrpljene dugotrajnim stresom, a u posebno izraženim slučajevima i ugibale.

Nadređene jegulje češće su se ponašale agresivno, a ozljede kože koje su zadobivale bile su blaže nego u podređenih. Nadređene su u pravilu bile duže i teže, osim ako je veća u paru imala izobličene čeljusti. Dominantne jegulje imale su nešto višu razinu kortizola od onih iz kontrolne skupine, ali dvostruko manju od podređenih (Peters i Hong, 1985).

U prirodnim okolnostima stres ima ulogu regulacijskog mehanizma važnog za preživljavanje, no u zatočeništvu taj mehanizam gubi svoju svrhu, jer podređena riba ne može pobjeći pa stres postaje fiziološko opterećenje.

Istraživači su mjerili i uspoređivali više od 20 parametara u zdravih jegulja, u onih izloženih stresu, pa i u bolesnih, s namjerom da odrede parametre specifične za stres. Važni parametri za određivanje stresa jesu ovi:

- relativna količina krvi (masa krvi · 100/ukupna masa životinje) u stresu je smanjena, vjerojatno zbog snižena krvnog tlaka
- broj leukocita znatno je smanjen
- leukokrit je znatno povećan
- krvna je slika promijenjena
- manje limfocita, a više granulocita, koji su veći, pa je zato leukokrit povećan usprkos smanjenu broju leukocita
- razina glukoze u krvi znatno je povišena
- razina glikogena u jetri znatno je smanjena
- reakcija je dokazivanja hemoglobina u kožnoj sluzi potčinjenih jegulja pozitivna, dok je u kontrolnih i u natčinjenih riba negativna do slabo pozitivna (Peters i sur., 1980. i 1983).

Uzrok je promjenama u probavnome sustavu nedostatak kisika, što oštećuje membranu lizosoma. To izaziva intenzivne autolitičke procese, a oni su u probavnome traktu, zbog obilja enzima, intenzivniji. U probavnome sustavu zbivaju se ove promjene:

- skvrčen želudac, mekane konzistencije (smanjen promjer želuca), posljedica je kontrakcije i zgušnjavanja područnih i kružnih mišićnih vlakana
 - gusti su sluznični nabori izravnani ili nestaju
 - atrofija želučane sluznice sa staničnim detritusom
 - zbog smanjena promjera sluznične epitelne stanice međusobno su razmaknute
 - žlijezde degeneriraju ostavljajući prazan prostor gdje proliferira vezivno tkivo
 - ostale žlijezde gube kompaktnost i ne primaju boju
 - krvne su žile ispod sluznice kontrahirane, a cirkulacija je poremećena
 - te promjene izazivaju pojačanu samoprobavu s posljedičnim čirevima želuca, slabljenje imunološke barijere te poremećenu probavu bjelančevina i lučenje žlijezda.
- Morfološkim i morfometrijskim metodama moguće je postaviti dijagnozu na temelju izgleda tkiva te broja jez-

gara na jedinicu površine. Taj je broj obrnuto proporcionalan veličini stanica, a daje i podatak o intenzitetu žlijezdane sekrecije.

Stres nije znatno utjecao na jetreno i bubrežno tkivo, a ni na veličinu jezgara. U interrenalnom tkivu bio je znatno smanjen broj jezgara na jedinicu površine, što znači da su stanice bile povećane, kao što se pri stresu događa i sa stanicama nadbubrežne žlijezde sisavaca.

Usporedbom jegulja izloženih stresu s onima koje boluju od akutne bolesti (čirevi na koži) ustanovljeno je da je za dijagnozu stresa potrebno uzeti u obzir što više specifičnih parametara. Zbog velikih individualnih razlika treba uzimati u obzir prosječne vrijednosti što većeg broja jegulja. Granice između faze uzbuđenosti i iscrpljenosti također variraju (Peters, 1982).

Katekolamini, kortikosteroidi i drugi hormoni djeluju i na škrge, koje su važan organ za osmoregulaciju. Pod utjecajem stresora katekolamini se odmah otpuštaju u krv, čime potiču izlazak vode, a sprečavaju izlazak Na⁺ iona iz organizma preko škrge. Kortikosteroidi djeluju suprotno na promet iona Na⁺ i K⁺ težeći smanjenju njihove koncentracije u krvi. Dakle, hormonalna stimulacija izazvana socijalnim stresom također utječe na funkcije škrge.

U primarnim škržnim lamelama primijećeni su vakuolarna degeneracija i propadanje stanica, a jezgre su povećane ili izobličene, napose u kloridnih stanica. Endoplazmatski su retikulumi vezikularno degenerirani, a kromatinske su se čestice sasvim raspadale. U sekundarnim su lamelama jezgre epitelnih stanica znatno hipertrofirane, dok je u citoplazmi prisutna vakuolarna degeneracija. Potporne su stanice povećane i zbijene, a krvni prostori time smanjeni. Lumen krvnih žila i citoplazma fagocita ispunjeni su staničnim detritusom. Zbog tih promjena u građi škrge smanjen je protok krvi kroz njih, zbog čega ribe plivaju tik ispod površine vode uz ubrzane dišne pokrete.

U jegulja izloženih socijalnom stresu prosječna je koncentracija iona Na⁺ i K⁺ u plazmi smanjena oko 20%, što se može pripisati povećanju volumena i broja, pa time i funkcija kloridnih stanica. Jednako se događa i prilikom prelaska eurihijalnih vrsta u morsku vodu, kada to, za razliku od socijalnog stresa, znači adaptaciju. Koncentracija se Ca⁺⁺ iona nije značajno smanjila ni u podređenih riba, a ni u onih kojima je pokusno apliciran ACTH, što može značiti da su regulacijski mehanizmi za Ca⁺⁺ ione manje osjetljivi. Pri socijalnom stresu, za razliku od stresa uzrokovanog manipulacijom, ne dolazi do gubitka Na⁺ iona. Svi mjereni parametri varirali su 2 do 6 puta više u riba izloženih stresu nego u kontrolne skupine, a promjene su se na škragama pojavljivale sporadično, iz čega je moguće zaključiti da dugotrajni stres izaziva kompleksnu reakciju koja iscrpljuje regulacijski kapacitet organizma (Peters i Hong, 1985).

Iz ovoga prikaza moguće je pretpostaviti da su jegulje osjetljive na pregust smještaj. Forrest (1976) preporučuje 400 komada ili 100 g mlada na četvorni metar vodene površine. U toku rasta mlad treba izlojavati tako da, kada postigne prosječnu masu od 10 g, na četvorni metar vode dolazi 50 do 60 koma ili 500 do 600 g. No, to su prosječne vrijednosti koje treba pril-

goditi specifičnim uvjetima. I u Japanu, gdje je prosječan prinos 40 tona na hektar tovljišta, varijacije u prinosima vrlo su velike. Za utvrđivanje boljih metoda profilakse stresa prijeko su potrebni daljnji pokusi.

SAŽETAK

Stres znači niz fizioloških reakcija koje pomažu organizmu da se prilagodi opasnim situacijama. Socijalni stres čest je u jegulja, u kojih kao stresor djeluje gust smještaj. Agresija unutar vrste, u ovome slučaju borba za hijerarhijski položaj, izazivala je prilikom pokusa snažan stres u potčinjene životinje, što je u osobito izraženim slučajevima uzrokovalo uginuće. Dobrim indikatorima stresa pokazali su se smanjenje volumena krvi, broja limfocita, mase slezene, sadržaja glikogena u jetri i promjera želuca te atrofija želučanog epitela, kao i porast leukocita, broja granulocita i koncentracije glukoze u krvi. Bolesne su jegulje pokazale promjene nekih parametara kao i jegulje izložene stresu, no po većini su se parametara razlikovale. Dakle, dugotrajni stres moguće je dijagnosticirati nakon istodobne pojave određenih fizioloških, hematoloških i morfoloških promjena. Potrebno je razraditi profilaksu koja bi se prvenstveno sastojala od uklanjanja stresora.

Summary

SOCIAL STRESS IN THE EEL

Stress represents numerous physiological reactions which aid the organism to adapt to dangerous situations. Social stress is common among eels in which its dense position has a stressor effect. Aggression within a species, in this case, the fight for a hierarchy position, provoked high stress on the subordinate animals in the experiments, which in special circumstances brought about the death of sole fish. Good stress indicators showed: a decrease in the blood volume, number of lymphocytes, spleen weight, composition of glycogenes in the liver, the size of the stomach and trophic of the stomach epithel, as well as the increase of leukocytes, number of

granulocytes and concentration of glucose in the blood. Diseased eels showed changes of sole parameters as well as the eels exposed to stress but in the majority of parameters they differed from one another. Therefore, long lasting stress can be diagnosed after the simultaneous occurrence of certain physiological, hematological and morphological changes. It is necessary to thoroughly work out the prophylaxis which would be primarily composed of elimination stressors.

LITERATURA

- Donaldson, E. M. (1981): The pituitary — interrenal axis as an indicator of stress in fish. U: Pickering, A. D. (urednik): Stress and Fish. 11—48, Academic Press, London.
- Forrest, D. M. (1976): Eel capture, culture, processing and marketing. Fishing News, Surrey.
- Peters, G. (1982): The Effect of stress on the stomach of the European eel, *Anguilla anguilla* L., J. Fish Biol. 21, 497—512.
- Peters, G., H. Delventhal, H. Klinger (1980): Physiological and morphological effects of social stress in the eel (*Anguilla anguilla* L.), Arch. Fischwiss., 30, 2/3, 157—180.
- Peters, G., H. Klinger, H. Delventhal (1983): Diagnosis of stress in the European eel, Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 182: 79—86.
- Peters, G., L. Q. Hong (1985): Gill structure and blood electrolyte levels of European eels under stress, fish and shellfish pathology, 183—198.
- Peters, G., N. Peters (1979): The influence of salinity on growth and structure of epidermal papillomas of the European eel *Anguilla anguilla* L., Journal of Fish Diseases 2, 13—26.
- Pickering, A. D. (1981): Introduction: the concept of biological stress. U: Pickering, A. D., (urednik): Stress and Fish. 1—10, Academic Press, London.
- Schreck, C. B. (1981): Stress and compensation in teleostean fishes: Response to social and physical factors. U: Pickering, A. D. (urednik): Stress and fish. 295—321, Academic Press, London.

Primljeno 23. 11. 1987.

