

## **PRILOG 1.**

### **❖ UTICAJ KVALITETA VODE NA HEMATOLOŠKE PARAMETRE RIBA**

Životna sredina vrši konstantan uticaj na niz fizioloških i biohemijskih procesa u organizmu, izazivajući određene periodične promene tih procesa i funkcija. Kompleks faktora spoljašnje sredine karakterističan je za određenu sezonu godine i kao rezultat njegovog složenog uticaja nastaju odgovarajuće funkcionalne adaptacije u organizmu, koje se karakterišu nizom merljivih promena. Promene određenih uslova životne sredine, dovode i do specifičnih ili nespecifičnih promena hematološkog statusa određene vrste ribe, a ove promene zajedno sa sezonskim promenama takođe u značajnoj meri utiču na fiziologiju i biohemiju krvi.

**Parametri eritrocitne i leukocitne loze** predstavljaju veoma značajne pokazatelje zdravstvenog stanja i kondicije riba u prirodnim staništima, kao i riba u akvakulturi. Broj eritrocita u krvi riba zavisi od polne aktivnosti vrste, pola, starosti, godišnjeg doba, kondicije riba, koncentracije kiseonika i pH vrednosti. Na vrednosti hematoloških parametra u značajnoj meri utiču pol ribe, period aklimatizacije, kao i samo stanište (akvakultura ili prirodni uslovi). Promene u krvnoj slici mogu biti indikator stanja životne sredine, odnosno kvaliteta vode. Ključni događaj u hematološkom odgovoru na povećanje temperature vode je zamena zrelih i ostarelih eritrocita mlađim ćelijama koje su metabolički kompetentne, imajući u vidu redukciju efikasnosti transporta gasova kod starih eritrocita.

Kod različitih vrsta riba (šarana, lipljena, klana, pastrmke) iz reka koje su ocenjene kao I klasa kvaliteta vode, konstatovane su značajno veće vrednosti koncentracije hemoglobina (Hb), vrednosti prosečne zapremine eritrocita (MCV) i količine hemoglobina po eritrocitu (MCH). Jedinke iz reka sa slabijim kvalitetom vode (II klasa kvaliteta vode) imaju značajno veći broj mladih, nezrelih, formi eritrocita i zrelih eritrocita sa značajno manjom količinom hemoglobina. Kao odgovor na loše uslove staništa, ribe produkuju mlade forme eritrocita koje imaju manje vrednosti prosečne zapremine. Jedro ovih eritrocita je manje i sa nešto izmenjenim elipsastim oblikom u odnosu na jedro eritrocita jedinki iz reke sa I klasom vode. Prisustvo manje prosečne zapremine eritrocita uzrokuje i manje vrednosti prosečne količine hemoglobina po eritrocitu, kao i manje vrednosti ukupnog hemoglobina.

Poređenjem parametara diferencijalne krvne slike uočavaju se jasne razlike između riba sa različitih lokaliteta. Procenat neutrofilnih granulocita je značajno veći kod jedinki iz reka I klase kvaliteta vode, a ove jedinke imaju i značajno veći broj leukocita, dok jedinke iz reka II klase kvaliteta vode imaju veće vrednosti eozinofila. Promena broja leukocita i odnos pojedinih formi mogu biti uzrokovane i povećanjem organskog optrećenje u vodi, tako da se u krvi šarana uočava povećanje procenta granulocita i monocita, što verovatno predstavlja adaptivni odgovor na povećanje broja fakultativno patogenih mikroorganizama. Takođe, promene broja leukocita i proporcije limfocita u

okviru leukocitarne formule mogu biti povezana sa mnogim infektivnim i neinfektivnim poremećajima stanja organizma riba uključujući i trovanje teškim metalima, trovanje amonijakom i bakterijske infekcije.

## ❖ UTICAJ STRESNE REAKCIJE NA HEMATOLOŠKE I BIOHEMIJSKE PARAMETRE RIBA

Faktori koji izazivaju **stresno stanje** kod riba povezani su sa promenama fizičkih, hemijskih i bioloških faktora vodene sredine, što utiče na povećanu osetljivost riba prema bolestima. Stresne reakcije kod riba praćene su funkcionalnim promenama u regulaciji stvaranja krvi i promenama u sastavu krvi: hemokoncentracija ili hemodilucija, povećanje zapremine eritrocita, povećanje ili smanjenje osmolariteta plazme, hlorida, Na, K, neutrofilija i limfopenija.

Reakcija riba na stres odvija se preko hipotalamusno-hipofizno-interrenalne ose i deli se u 3 faze:

1. Primarni odgovor na stres nastaje pri kratkotrajnom delovanju štetnih činilaca. To je generalizovani neuroendokrini odgovor, kada dolazi do naglog oslobađanja katecholamina (adrenalina i noradrenalina) iz prednjeg dela bubrega. Brzo raste i kortizol, ali posle nekoliko časova se vraća na normalan nivo.

2. Sekundarni odgovor na stres karakterišu: hiperglikemija, vazodilatacija u škragama, pad imunoloških funkcija (imunosupresija), preovladavanje kataboličkih procesa, ukupni proteini se povećavaju ili su nepromenjeni, nivo imunoglobulina se povećava pred kraj akutne reakcije.

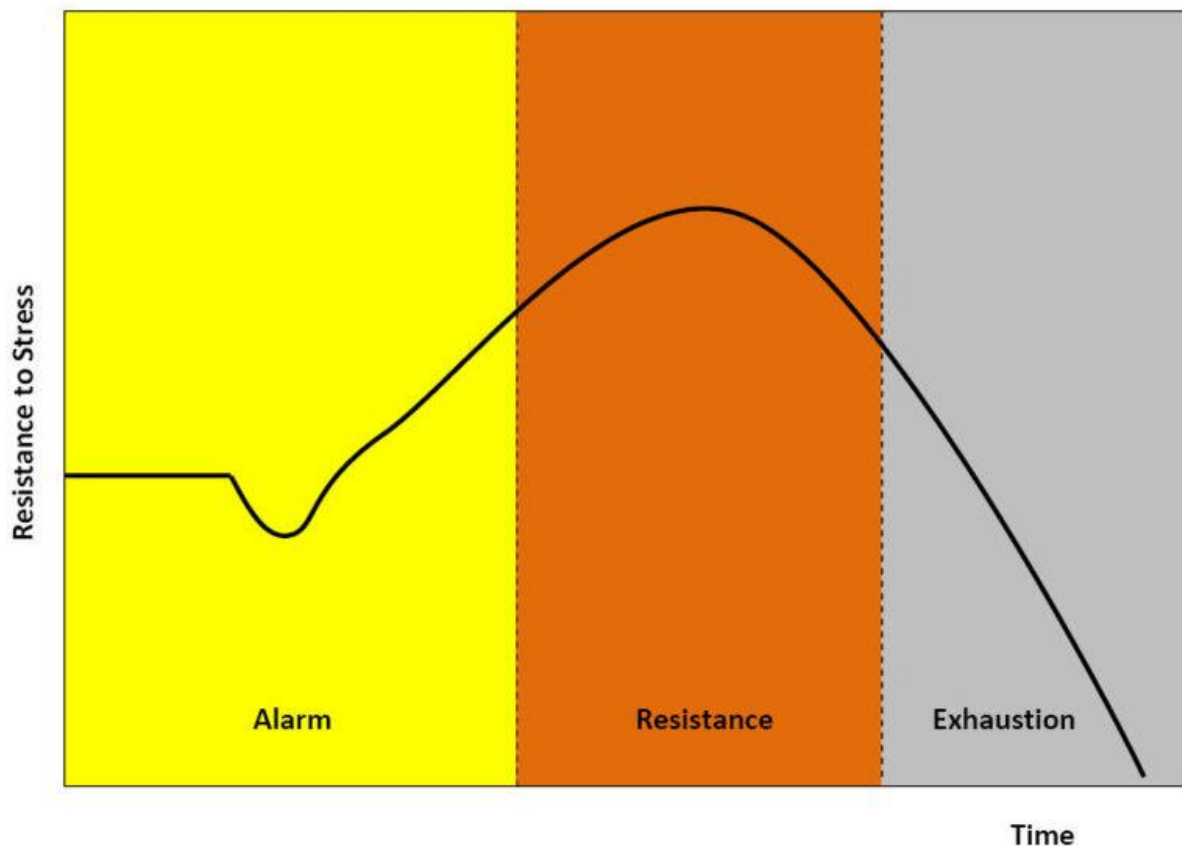
Ove dve faze su adaptivni mehanizmi koji omogućavaju ribama da se prilagode i održe homeostazu.

3. Tercijarni odgovor nastaje pri stalnoj ili čestoj aktivaciji stresne reakcije u dužem periodu što rezultira stanjem hroničnog stresa. Karakterišu ga: nesposobnost adaptacije na stresore (negativan efekat na zdravlje, prirast, reprodukciju, otpornost na bolesti), imunosupresija, smanjenje energetske rezerve, mišićna slabost, poremećaj osmoregulacije zbog promena u metabolizmu minerala, povećana sinteza proteina, inhibicija rasta, smanjeno korišćenje ugljenih hidrata, nivo imunoglobulina pada ispod fiziološke granice. Nivo kortizola je isti danima ili nedeljama.

Strategije preživljavanja:

\**Proaktivna strategija preživljavanja* – lučenje adrenalina (borba ili bežanje)

\**Reaktivna strategija preživljavanja* – zaleđivanje i skrivanje.



**Grafikon 1. Nivo promena u organizmu u toku adaptacije na stresora (Dijagram modela opšteg adaptacionog sindroma)**

### **Model opšteg adaptacionog sindroma**

- 1. Alarm – alarmna faza** je prva faza delovanja stresora tokom koje postoji zadržka od više minuta do sati do ispoljavanja reakcije. Ako prvi put deluje stresor - ribe se dobro adaptiraju na uslove života (toksine).  $\text{NH}_4$  je manje opasan, dok je nejonizovani amonijak  $\text{NH}_3$  neuro i dermatoksičan i ribe se na njega mogu slabije adaptirati.
- 2. Resistance – faza adaptacije** je druga faza kada dolazi do povećanja nivoa adrenalina, kortizola i šećera u krvi.
- 3. Exhaustion – faza iscrpljivanja** traje dokle organizam izdrži.