

## Fiziologija zimovanja šarana

Fiziologija, kao nauka koja se bavi proučavanjem normalnih životnih procesa, životnih pojava i odnosa organizma prema sredini u kojoj on živi, postaje sve više jedna od glavnih vodilja suvremene stočarske proizvodnje. Dovoljno je spomenuti primjer brojlera, čiji se uzgoj, ishrana i higijenski uslovi držanja pretežno zasnivaju na današnjem detaljnom poznavanju fiziologije. Stoga ne začuđuje, da se i fiziologiji riba poklanja sve veća pažnja. Tako je proučavanje fiziologije ishrane pastrva omogućilo, da se ta riba u nekim zemljama proizvodi na upravo industrijski način. Poznavanje fiziologije zimovanja šarana može nam dati pravilni osnov za raspravu o problemima zimovanja. Na osnovu podataka o fiziologiji zimovanja možemo dobiti jasniju sliku kako šarane treba pripremiti za zimovanje, kakve im uslove treba osigurati u zimi i na proljeće nakon zimovanja, te šta sve može uzrokovati neuspjeh zimovanja.

### A) Utjecaj temperature na životne procese kod šarana

Budući da ribe poprimaju temperaturu vode, koja ih okružuje, promjene temperature imaju velik utjecaj na tok životnih procesa.

Šarani podnose relativno vrlo široka variranja temperature. Oni mogu živjeti kod 0° C (V. S. Kirpišnikov) i kod 38° C (A. Hamm). Gornja i donja granica podnošljive temperature može varirati kod pojedinih geografskih rasa šarana i pojedinih uzrasnih klasa iste rase (Kirpišnikov). Suhovertov navodi, da mlad počinje ugibati kada temperatura vode padne ispod 0,2° C. Tada dolazi do pareze (djelomične uzetosti), ribe dolaze na površinu, plivaju nekoordinirano i na boku te ugibaju za pola do jedan sat. Kod tih uslova uginuli šarani su obično zamrznuti u ledu. Prema ovim navodima, najniža dopustiva temperatura vode u ribnjaku za mlad je 0,1—0,2° C. Odrasli šarani su nešto otporniji prema niskoj temperaturi, pa mogu podnijeti i kratkotrajna ohlađenja do —0,8° C (Knauth po Suhovertovu). Kod dužih ohlađenja do te temperature dolazi do ugibanja, jer se u tkivu riba stvaraju kristali leda, koji oštete strukturu stanica. Do takvog ugibanja dolazi u ribnjacima vrlo rijetko. Wunder opisuju, da je u jednom plitkom ribnjaku, nasadenom sa velikim šaranima u toku zime došlo do stvaranja debelog sloja leda. Šarani su nakon zimovanja imali oštećene, tj. obamrle ledne peraje i gornji dio repnih peraja, do čega je došlo uslijed smrzavanja tih dijelova tijela.

Kada šarani mogu birati temperaturu, oni će boraviti u vodi od oko 16—24°C. Navedene ekstremno visoke i niske temperature mogu šarani podnijeti samo ako se na njih postepeno priviknu. Tako kod naglog ohlađenja od +13 na +0,5°C ugiba preko 50% šarana (Gutkov po Suhovertovu). Ako se šarane iz temperature od 13°C prebaci u vodu od 31°C, oni će također uginuti. No ako se temperatura diže postepeno, šarani će uginuti tek kod 40°C (Hamm). Šarani dakle posjeduju sposobnost, da se postepeno prilagode novim temperaturnim uslovima, no ne podnose nagle velike promjene. To treba imati u vidu kod manipulacije s ribom tokom jeseni, kod prvih mrazeva. Tada bi temperatura vode mogla još biti dosta visoka, pa naglo ohlađenje na zraku može izazvati slabljenje šaranskog organizma.

Na koji način se šaran prilagođuje postepenim promjenama temperature? Kod toga učestvuju živčani sustav, a i cjelokupne bjelančevine tijela. Promjena temperature mozga izaziva promjenu njegove aktivnosti, a time i aktivnosti cijelog organizma. S druge strane, živa bjelančevina može vršiti biokemijske procese samo kod određene, za svaku vrstu karakteristične tempe-

rature. Mijenjanje temperature tijela ribe utječe na živu bjelančevinu, tj. na njenu reaktivnost, a to uzrokuje promjenu brzine životnih procesa (Stroganov). Kod optimalnih, tj. normalnih temperatura je reaktivnost bjelančevina šarana također normalna, a s padom temperature se sve više smanjuje.

1. *Ponašanje i kretanje.* Živost, aktivnost i pokretljivost šarana se sve više smanjuje s padom temperature. I kod temperature od oko 0,2—0,5°C oni pokreću peraje, da bi održali ravnotežu, a povremeno mijenjaju i mjesto boravka. Kod toga plivaju polagano, pojedinačno ili u jatima. Ranije mišljenje, da kod niskih temperatura šaran potpuno miruje i pada u tzv. zimski san u novije je vrijeme opovrgnuto. Ako mogu, šarani se povlače u dublju vodu, gdje je temperatura nešto viša. Oni se i kod vrlo niskih temperatura mogu brzo kretati, ako su na to prisiljeni. No to za njih može biti u manjoj mjeri i štetno. Tako se kod 1°C nakon 15 minuta usiljenog kretanja količina mliječne kiseline u krvi poveća od 9 na 22 mg%, a vraća se na normalu tek iza 4 sata (Ch. W. Caillonet). To pokazuje, da uznemirenje kroz četvrt sata povećava potrošnju kisika i energije na znatno vrijeme.

Protok vode prisiljava ribe i kod niskih temperatura, da plivaju protiv struje. Ovdje treba napomenuti, da i najmanje povećanje protoka povećava potrošnju kisika i energije. Tako se kod povećanja brzine protoka od 0 na 180 m na sat potrošnja kisika povećava za 126% (Stroganov). Dakle, zimovanje će biti povoljnije kod manjeg protoka, jer će šarani trošiti manje rezervnih tvari.

2. *Uzimanje hrane.* Poznato je, da šarani sa sniženjem temperature uzimaju sve manje hranu. U pravilu, kod oko 13°C oni prestaju uzimati dodatnu hranu, jer je ukupna količina hrane koju mogu primiti relativno mala. Stoga kod nižih temperatura uglavnom jedu samo prirodnu hranu. Kada prirodne hrane ima mnogo, šaran će prestati uzimati dodatnu hranu kod viših temperatura nego u slučaju, kada mu prirodna hrana ne stoji na raspolaganju. Postoje podaci, da je šaranski mlad u zimovnicima uzimao biljnu dodatnu hranu čak i kod temperature od 2,8°C. Treba napomenuti, da konzumna riba obično prestaje uzimati dodatnu hranu prije nego mlad. S padom temperature smanjuje se i količina prirodne hrane koju šarani uzimaju. Kod pregleda crijeva šarana je ustanovljeno, da se hrane može naći u probavnom traktu čak i kod temperature od 0,5°C, no u veoma malim količinama. Kod tako niskih temperatura se hrana ne može naći kod svih šarana nego kod jednog manjeg postotka. Na osnovu iznesenih podataka se vidi, da se kod veoma niskih temperatura šaranski organizam nalazi u stanju fiziološkog, za njega prirodnog gladovanja. Gdje se tačno nalazi temperatura granica, kod koje počinje fiziološko gladovanje, teško je reći, jer podaci o tome nisu potpuno jednoglasni. Šaran sigurno barem djelomično gladuje, kada je temperatura vode oko 0 do 0,5°C, a sigurno uzima hranu kada je temperatura vode 3 do 4°C. Dakle, šarani koji zimuju kod temperature iznad 3—4°C u sredini u kojoj ne mogu uzimati hranu, nalaze se u stanju gladovanja, koje za njih nije normalno. S obzirom na ishranu, šaran se dakle zimi može nalaziti u jednom od ova tri stanja: a) u normalnom stanju, kada uzima hranu, b) u stanju fiziološkog gladovanja i c) u stanju nefiziološkog gladovanja. Već ovdje treba istaknuti, da o tome u kojem se od ovih stanja šaran nalazi, uvelike ovisi uspjeh zimovanja.

3. *Tok probavnih procesa.* Uporedo s padom temperature dolazi do usporavanja pokreta crijeva. Hrana se postepeno zadržava sve duže u crijevu, a razmak između uzimanja obroka postaje sve veći. I aktivnost probavnih fermenta se sve više usporava. Ta polaganost aktivnosti fermenta je potpuno kompenzirana

dužim zadržavanjem hrane u crijevu, pa je probavljajanje hrane i njeno usvajanje isto tako dobro, kao i kod viših temperatura. Dakle, pad temperature smanjuje apetit, količinu uzete hrane i brzinu probave, ali iskoristavanje i usvajanje hrane se time ništa ne mijenja. Međutim, mala količina usvojenih hranjivih sastojaka troši se sasvim drugačije nego kod visokih temperatura. Tako se kod niskih temperatura oko 90% usvojenih bjelancevina troši za pokrivanje svakodnevnih životnih potreba, pa nema rasta. I ovi podaci pokazuju, da šaranima treba omogućiti uzimanje hrane i kod niskih temperatura, da bi mogli očuvati rezerve hranjivih tvari u tijelu.

4. *Izmjena tvari i potrošnja kisika.* Izmjena tvari, tj. promet materijala ili metabolizam može se odvijati na tri različita nivoa, koji u prirodi nisu oštro ograničeni. Razlikujemo bazalni, standardni i maksimalni metabolizam. Najniži je bazalni metabolizam. To je stanje, u kojem organizam vrši samo najnužnije funkcije, kao što je održavanje krvotoka, rad dišnih mišića i mišića za održavanje ravnoteže, a rade i bubrezi, jetra i druge žlijezde. Na tom nivou se nalazi metabolizam kod potpunog mirovanja i gladovanja. Kod njega šaran troši najmanju količinu kisika, ugljikohidrata, bjelancevina i drugih tvari.

Standardni metabolizam se odvija, kada šaran u sredini na koju se je naviknuo, pliva da bi našao hranu, uzima je i probavlja. Ako nešto prisili šarana na naročito brzo plivanje ili na privikavanje na novu sredinu, on mora trošiti još više energije i nalazi se u stanju maksimalne aktivnosti, na nivou maksimalnog metabolizma.

U kojoj mjeri se sa sniženjem temperature mijenja intenzitet izmjene tvari, najbolje nam može pokazati potrošnja kisika. Šaran kod 25°C troši oko 75 mg kisika na kg težine na sat (Leiner po Stroganovu). Kod 15°C on troši 50 mg kisika, kod 10°C 25 mg, a kod 5°C oko 10 mg kisika na kg težine u toku jednog sata (Maier i Hofer). Potrošnja kisika za pokrivanje bazalnog metabolizma je kod 1–2°C 6 puta niža nego kod 18–20°C. Ova smanjena potrošnja kisika pokazuje, da se istovremeno smanjuje i utrošak bjelancevina, ugljikohidrata, masti i drugih tvari.

Navedeni podaci o potrošnji kisika ukazuju, da se npr. kod pada temperature od 10 na 5°C protok vode u zimovnicima može smanjiti na polovinu bez opasnosti, da će ribe imati nedovoljno kisika. Jasno je, da protok vode mora biti usklađen s količinom ribe u zimovniku i količinom kisika u dovodnoj vodi.

Šaran može i kod niskih temperatura doći u stanje maksimalnog metabolizma, ako ga natjeramo na maksimalnu aktivnost, a to izaziva znatno povećanje potrošnje energije. Pora i suradnici su ustanovili, da se poslije intenzivnog kretanja potrošnja kisika povećava za 450%, a vraća se na normalu tek iza 1–1,5 sati. Može se reći, da je kod niskih temperatura razlika između potrošnje energije kod normalnog i maksimalnog metabolizma veća, nego kod umjerenih temperatura.

Naročito treba istaknuti, da između mlada i konzumne ribe postoji velika razlika u intenzitetu metabolizma. Kod mlada je metabolizam, a time i potrošnja kisika, bjelancevina, ugljikohidrata i masti daleko veća. To nije slučaj samo kod šarana, nego i kod svih životinja. Tako npr. pas od 3,1 kg troši 2,5 puta više energije od psa težine 30,4 kg (Đuričić). Stoga je izmjena tvari i kod šarana to intenzivnija, što je šaran manji. To je jedan od osnovnih razloga, zašto sitni šaranski mlad težine ispod 2,5 dkg teško može preživjeti jaku i dugu zimu.

5. *Obrambena sposobnost organizma.* Temperatura znatno utječe i na mehanizme, kojima se šaran brani od bolesti, naročito onih koje su uzrokovane bakterijama i virusima. Naime, već kod pada temperature ispod 15°C šaran više nije sposoban stvarati antitijela. Antitijela su obrambene supstance u krvi, a stvaraju se kada u organizam prodru uzročnici bolesti ili strane bjelancevine. Dakle, kod temperatura nižih od 15°C šaran se ne može tako dobro braniti od infekcije i

razviti imunitet protiv zaraznih bolesti. To nam također ukazuje, da se eventualna vakcinacija šarana ne će moći provoditi kod proljetnog nasadijanja. S druge strane nemogućnost stvaranja antitijela kod niskih temperatura može nam objasniti, zašto su gubici od zvbš obično najveći baš u proljeće.

Temperatura utječe i na niz drugih životnih procesa — no njihovo poznavanje nije tako hitno za osvjetljavanje procesa zimovanja.

## B Fiziološki procesi u toku gladovanja

Već je izneseno, da se kod niskih temperatura šaranski organizam nalazi u stanju fiziološkog gladovanja. Kod toga on troši energiju za održavanje životnih procesa, a ne uzima hranu. No često do gladovanja dolazi i onda kad bi šaran želio uzimati hranu, a mi mu to onemogućujemo nepovoljnim smještajem, tj. nepovoljnim tehnološkim procesom. Da bi prikazali štetnost fiziološkog gladovanja, a pogotovo onog koje nije fiziološko, upoznat ćemo se s promjenama koje se kod tih stanja javljaju.

Gladovanje može biti potpuno ili djelomično. Osim toga, kod gladovanja može hrana uopće nedostajati ili u hrani nedostaju samo neki sastojci, kao vitamini, neke soli ili aminokiseline itd. O stupnju gladovanja ovisi brzina i tok promjena u organizmu.

Kod gladovanja organizam troši svoja tkiva za podmirenje energetske potrebe. Stanje gladovanja se može prikazati u ove 4 tačke:

1. Funkcije pojedinih organa obavljaju se kao i pod običnim uslovima kod te temperature.

2. Izmjena tvari se postepeno smanjuje. Organizam prvo troši ugljikohidrate, no s njima ne može duže vremena pokrivati energetske potrebe. Iza toga se koriste rezerve masti, a kad su i one istrošene, počinje razgradnja bjelancevina. Bjelancevine se ne mogu duže vremena razgrađivati u tako visokom stupnju, pa u tom stadiju ubrzo dolazi do smrti.

3. Tokom cijelog gladovanja troše se izvjesne male količine bjelancevina.

4. Pri gladovanju se svi organi i tkiva ne troše jednako.

Iz toga se vidi, da količina masti s kojom organizam raspolaže u velikoj mjeri odlučuje u tome, kako dugo će organizam izdržati gladovanje. Mast je u stvari velika banka energije tijela koja se nakuplja, kada šaran raspolaže sa suviškom energije, a to je ljeti. Tokom prvog razdoblja života šarana postoje po Brizinovoj 4 etape u prometu masti.

U prvoj etapi, odmah nakon valjenja iz jajeta, dolazi do brzog pada količine masti, jer riba uzima malo hrane, a istovremeno brzo raste. Taj brzi pad masti traje prvih 5–6 dana. Druga etapa traje daljnjih 10 dana, kada količina masti pada postepeno i na kraju dostiže minimum. Zatim šaran počinje povećavati rezerve masti i time ulazi u treću etapu, koja traje oko 1–1,5 mjeseci, ovisno o kvalitetu ribnjaka.

U četvrtoj etapi se količina masti povećava naglo, sve do u kasnu jesen, što ovisi o mogućnostima uzimanja hrane. Ovo nakupljanje masti biti će to veće, što je količina prirodne i dodatne hrane u ribnjaku veća. Na količinu masti kod šaranskog mlada utječe i njegova veličina. Što je mlad na jesen teži, to je redovito veći i postotak masti u njegovom tijelu. Budući da veći primjerci mlada imaju u jesen veću rezervu masti i da je energija koju oni troše za vrijeme gladovanja manja, oni imaju veće izgleda da će prezimiti kod nepovoljnih temperaturnih uslova, dugotrajne zime i gladovanja.

I dvogodišnji šarani gomilaju tokom ljeta rezerve masti, što ovisi o načinu ishrane. Brzinova i Kirpčnikov zastupaju mišljenje da izmjena tvari kod šarana proživljava cikličke izmjene, pa u jesen dolazi do povećanja postotka masti, uprkos prestanku rasta i činjenice da se koeficijent uhranjenosti mijenja.

Od kolike je važnosti količina masti za zimovanje mlada, može se uočiti i iz primjera kojeg navodi Wolny.

Mlad prosječne težine 2,6 dkg sa 8,57% masti prezimio je bolje od mlada težine 4,5 dkg sa 3,83% masti, iako je posljednji bio u zimovniku nasaden 4 puta rjeđe. Wolny naglašava, da mlad hranjen samo prirodnom hranom sakupi do jeseni samo 2—3% masti, što nije dovoljna zaliha za zimovanje. Stoga mlad treba svakako hraniti dodatnom hranom tako, da on ude u zimovanje s 4—6% masti. Ako je postotak masti niži, mlad može prezimiti u mladišnjaku na širokom prostoru, jer u tim uslovima ne dolazi do gladovanja, pa je smanjenje postotka masti neznatno.

Važnost rezerve masti za prezimljavanje naglašava među ostalima i Brizinova. Ona smatra, da je količina od 3—3,5% masti dovoljna za prezimljavanje u zimovniku kod niskih temperatura. Ona naglašava, da veći mlad ima daleko bolje izgledje za prezimljavanje.

Pad bjelančevina tokom zimovanja normalno nije tako visok kao pad količine masti. Energetske potrebe podmiruju se s bjelančevinama tek nakon što su rezerve masti iscrpljene. No kalorična vrijednost bjelančevina je mnogo manja, pa se one troše brže od masti. Wolny navodi, da mlad počinje ugibati kada postotak bjelančevina padne ispod 10, a Poljakov iznosi da mlad ugiba tek kod pada bjelančevina na 6—9%. Mlad koji na jesen ima 12% bjelančevina ili više može sigurno prezimiti.

Za uspjeh zimovanja imaju značenje i rezerve aminokiselina u tijelu. Sorvačev je našao da tokom zimovanja šarana dolazi do pada količine aminokiselina lizina, histidina i arginina. Petrenko i Karasikova su također ustanovili, da u proliće količine aminokiselina valina, metionina i triptofana leže ispod potrebnog nivoa. Lieder je u svojim pokusima opazio, da u toku zimovanja mlada može doći do nedostatka valina. Što se očituje u znacima blage nervne poremećenosti. Iako kritizira rezultate Sorvačeva te Petrenka i Karasikove, Lieder smatra, da treba poboljšati aminokiselinski sastav dodatne hrane potkraja razdoblja prihraniivanja. On predlaže, da se umjesto hranjenja s pojedinim žitaricama uotrobe njihove smjese. Tako smjesa raži i kukuruza u omjeru 1:1,5 ili smjesa pšenice i kukuruza u omjeru 1:1,2 ima daleko bolji aminokiselinski sastav nego pojedine žitarice. Lieder naglašava, da dobro uhranjena riba s povoljnim koeficijentom uhranjenosti i dovoljnim postotkom masti ipak katkada ugiba tokom zimovanja. On smatra, da je previsoka količina masti također neovoljna jer to pokazuje da u hrani nije bilo dovoljno bjelančevina, što je usporilo tempo rasta, a obilna i ugljikohidratna ishrana je iskoristena za stvaranje rezervne masti. Stoga preporučuje, da se riba hrani do u kasnu jesen s hranom koja sadrži dovoljno bjelančevina. Ako u jesen dođe do zastoja u rastu, to je znak nedovoljne količine bjelančevina u hrani, pa će takvi šaran loše prezimiti. Čini se, da se takve pojave kod nas javljaju u mladišnjacima s mnoštvom mlada dobivenog slobodnim mrijetom. Taj mlad je na jesen sistan, a često se dešava, da i po nekoliko mjeseci raste veoma sporo.

Tokom zimovanja smanjuje se u tijelu i zaliha vitamina što su pokazali radovi Brunnerove i suradnika. Tokom leta se količina vitamina A u jetri stalno povećava. Kod zimovanja kroz 4 mjeseca je pad količine vitamina A u jetri iznosio 45% kod riba koje su zimovale na širokom prostoru, a 29% kod ribe koja je zimovala u zimovniku. Za zimovanje mogu imati značenje i drugi vitamini, no o tome još nema dovoljno podataka.

Tokom gladovanja dolazi i do promjena u krvi. Tako su poznati brojni podaci o smanjenju broja eritrocita i količine hemoglobina, te padu postotka bjelančevina u krvi. Sve te promjene ovise o tome u kojem je stadiju šaran bio izložen gladovanju i drugim neovoljnim faktorima. To lijepo pokazuju istraživanja Plančiča o broju eritrocita i količini hemoglobina kod šaranskih matica, koje su zimovale pod različitim uslovima. Najovoljnije su prezimile matice u rijeci, pa su na proliće imale najveći broj eritrocita i postotak hemoglobina u krvi. Nešto manje eritrocita i hemoglobina bilo je kod matica, koje s uprezimile u ribnjaku, a najmanje kod onih koje su zimu provele u zimovniku.

I niz drugih autora je ustanovilo, da je pad eritrocita i hemoglobina u krvi to veći, što su gladovanje i ostali uslovi zimovanja nepovoljniji. Pokusi Assmana pokazuju da do pada broja eritrocita dolazi zaista uslijed nedovoljnog hranjenja šarana. Dakle, loši uvjeti ishrane tokom zime uvjetuju pojavu anemije. Jasno je, da anemija pogoršava opće stanje organizma, njegovu otpornost prema bolestima i prema niskim koncentracijama kisika.

Sva do sada iznesena izlaganja ukazuju, da tokom zimovanja dolazi do gubitka težine. Koliki će taj gubitak težine biti, ovisi o stepenu gladovanja, temperaturama, dužini zime, veličini ribe i o uslovima pod kojima riba zimuje. Treba ponovno istaknuti, da manja riba pod istim uslovima gubi veći postotak težine. Gubitak težine povećava jači stepen gladovanja, pogotovo ako je kombiniran s višim temperaturama, jakim protokom lošim kvalitetom vode, a možda i nekim drugim faktorima.

Već je izneseno, da se kod gladovanja sva tkiva ne smanjuju jednakomjerno. Najviše opada količina masnog tkiva, koja se može smanjiti i za preko 90%. Znatno je i opadanje težine sluzne i jetre, nešto manje mišića, a najmanji je gubitak težine kod srca i živčanog sustava.

Gubitak težine očituje se kod riba u promjeni odnosa između dužine i težine. Taj odnos je poznat pod nazivom koeficijent uhranjenosti. On se u stvari mjenja usporedo s gubitkom težine, naročito kod mlada. Određivanje koeficijenta uhranjenosti je jednostavno, pa se u jesen pomoću te metode može orijentaciono odrediti sposobnost mlada da prezimi.

Na kraju ovih izlaganja treba iznijeti i neke napomene, kako podatke o štetnosti gladovanja treba iskoristiti za što pravilniju provedbu zimovanja. Jasno je, da će zimovanje proteći najbezbolnije, ako šaranima omogućimo uzimanje hrane tokom cijele zime. Tako mlad treba zimovati u ribnjacima na širokom prostoru. Kod takvog zimovanja treba nastojati da temperatura vode ne bude niža od 4°C. Kako šaran ne bi morao zapasti u stanje fiziološkog gladovanja. Iz prakse je poznato, da kod blagih zima mlad koji je smješten u kvalitetnim ribnjacima može nešto i povećati svoju težinu.

U zimovnicima može zimovati samo veći i dobro uhranjeni mlad. Svakako je nemoguće izbjeći zimovanje konzumne ribe u zimovnicima. No ako je planom predviđeno, da će izvjesna količina konzumne ribe biti prodana tek kasno u proljeće, biti će bolje da ju preko zime smijestimo u pogodan ribnjak (mogućnost protoka vode, malo organske tvari itd.), jer će težinski gubici biti sigurno manji, a opasnost od ugibanja u rano proljeće isključena.

Za zimovanje u zimovniku su pogodne što niže temperature, tj. 0,5—1°C, jer je tada izmjena tvari najmanja na je znatno manji i gubitak težine. Wolny navodi, da je kod zimovanja mlada u zimovniku na temperaturi od 3,5°C došlo do komadnih gubitaka od oko 50%. Kada je isti mlad, isto porijekla i uhranjenosti u zimovnicima zimovao na temperaturi od 0,6—1°C, komadni gubici i gubitak težine bio je neznatan.

Cirkulacija vode u zimovnicima ne treba biti suviše velika, jer se time povećava gubitak težine a skraćuje se vrijeme kroz koje riba može ostati u zimovnicima na životu. U pokusima Manna su težinski gubici kod slabog protoka iznosili 3,0%, a kod jačeg protoka 6,3%.

### C) Utjecaj hidrokemijskog režima na šarane

Da bi se životni procesi mogli odvijati normalno, potrebno je da hidrokemijski režim zimovališta bude povoljan za šarane. Kod izrazitog pogoršanja tog režima doći će do naglog ugibanja. No i manja pogoršanja hidrokemijskih uslova će također nepovoljno utjecati na ishod zimovanja, povećavajući postotak komadnih gubitaka, gubitak težine i smanjujući otpornost i životnu sposobnost šarana.

Za život šarana je svakako najvažniji kisik. Iako šaran može kod niskih temperatura živjeti kraće vr-

jeme i u vodi koja sadrži svega oko 1 mg na litru kisika, za normalno zimovanje je po Mamontovoj potrebna koncentracija od barem 4—5 mg/l kisika. Kirpičnikov i drugi autori navode, da je za zimovanje najpovoljnija koncentracija kisika od 8—9 mg/l.

Nedostatak kisika podnosi riba to teže, što je u lošijem stanju. Loš režim kisika biti će naročito opasan za šarana koji su duže vremena gladovali, pa su anemični.

Povećanje količine ugljičnog dioksida u vodi štetno je za šaranski organizam iz više razloga. U prvome redu, ugljični dioksid smanjuje afinitet hemoglobina prema kisiku. Stoga se kod porasta količine ugljičnog dioksida smanjuje sposobnost riba, da primaju kisik iz vode, naročito iz niskih koncentracija. Kod većih količina ugljičnog dioksida u vodi šaran može koristiti kisik samo iz visokih koncentracija. Budući da se zimi uz nedostatak kakisika gotovo redovito istovremeno javlja i suvišak ugljičnog dioksida, to on također može doprinijeti ugibanju riba. Ugljični dioksid ne nanosi veće štete šaranima, dok se njegova koncentracija ne povisi na preko 30 mg/l. Kod visokih koncentracija potrebno je šaranu mnogo veća koncentracija kisika da bi mogao disati. Tako će kod 60 mg/l postojati opasnost od ugibanja čim se koncentracija kisika spusti blizu 3,6 mg/l, što kod odsustva ugljičnog dioksida nije opasno. Kapustin navodi, da odnos između kisika i ugljičnog dioksida u vodi ne smije biti manji od 0,06.

I koncentracije ugljičnog dioksida, koje ne ometaju disanje, smetaju kod izlučivanja toplina iz tijela šarana. To neminovno imade štetne posljedice, koje uzrokuju smanjenje otpornosti šarana.

Kiselost vode također negativno utječe na zimovanje. Poznato je, da šaran ljeti kod pH od oko 5 ne mogu rasti. Zimi pad pH ispod 6,2 povećava metabolizam i potrošnju rezervnih tvari. Štetnost takve kisele vode sastoji se i u tome, što ona uzrokuje slabije usvajanje bjelančevine iz hrane. Kiselu reakciju vode oslabljuje vezu hemoglobina s kisikom, što otežava proces disanja. Zbog toga u kiseljoj vodi koncentracija kisika mora biti nešto veća nego u neutralnoj. Niski pH povećava i gubitak minerala iz organizma, naročito iz kostiju, pa može doći do njihovog omekšavanja. I opća otpornost organizma je smanjena. U takvoj vodi ribe naročito lako podliježu napadu pliesni (*Saprolegnia*). Svi ti razlozi govore, da je neophodno osigurati blago lužnat karakter vode za zimovanje (pH 7,2—208,6).

Š obzirom na veliku ulogu kalcija u procesima koji se zbivaju u vodi i u tijelu riba, potrebno je da ga voda sadrži u dovoljnoj količini. Prema Kirpičnikovu

poželjno je da ga bude više od 60 mg/l. Budući da šaran prima kalcij direktno iz vode putem škrge i kože, njegov nedostatak u tijelu može se lako spriječiti vapnjenjem vode.

I otpadne vode mogu negativno utjecati na zimovanje. One mogu biti opasne ili zbog sadržaja otrovnih tvari ili zbog organskih tvari koje sadrže. I manje koncentracije otrovnih tvari smanjit će otpornost šarana prema drugim nepovoljnim uslovima, a mogu izazvati i ugibanje prirodne hrane.

Organske tvari u vodi ili na dnu ribnjaka djelovat će štetno na šarana izazivajući pogoršanje hidrokemijskih uslova u zimovalištu. Kod njihovog raspadanja će se trošiti kisik, a stvarat će se otrovni plinovi, kao što su ugljični dioksid, sumporovodik, amonijak i metan.

Sumporovodik nastaje kod razgradnje bjelančevina. Može se nakupiti u većim količinama u ribnjaku pod ledom. On postaje otrovan za ribe kada je njegova koncentracija veća od 1,25 mg/l. Kod dugotrajnog djelovanja niskih koncentracija sumporovodik ulazi u krv i veže se na hemoglobin, koji zbog toga gubi sposobnost prenošenja kisika. Zbog toga ribe sve teže koriste kisik, naročito iz niskih koncentracija. Veće koncentracije sumporovodika izazivaju ugibanje već za nekoliko sati, jer paraliziraju vitalne centre u živčanom sustavu.

Amonijak također nastaje raspadanjem bjelančevina. I od njega je opasnost daleko najveća kada je ribnjak pokriven ledom. Znaci trovanja se javljaju već kod 1,25 mg/l, a ribe ugibaju kod količine od 2 mg/l. Amonijak djeluje otrovno na živčani sustav. Otrovanje ribe imaju otvorena usta i škrge, te raširene peraje.

Neki smatraju, da i metan može biti otrovan za ribe. On nastaje u ribnjaku prilikom raspadanja celuloze, a pod ledom njegova koncentracija može biti dosta visoka.

S obzirom na važnost hidrokemijskog režima za tok zimovanja, mnogi preporučuju njegovo redovito praćenje u zimovalištima. Na taj način možemo indirektno pratiti i stanje šaranskog organizma. U zimovalištima treba stalno pratiti temperaturu i količinu kisika, a povremeno kontrolirati količinu ugljičnog dioksida, sumporovodika i pH. Neki s razlogom navode, da bi bilo korisno pratiti i biološku potrošnju kisika u vodi, tj. određivati BPK. Ako ta jednostavna metoda pokaže, da je količina organske materije u dovodnoj vodi ili u vodi ribnjaka velika, u takve objekte ne bi trebalo stavljati ribu na zimovanje.