

O fiziologiji probave i ishrane salmonida

Salmonidi spadaju među ribe, kojima je probavni sustav prilagođen iskorištavanju životinjske hrane. Zubi u usnoj šupljini pokazuju, da su oni i grabilice, koje razmjerno velikim ustima mogu zahvatiti i veći zalogaj. Dobro razvijeni želudac i relativno kratko crijevo s piloričkim nastavcima koji povećavaju površinu za lučenje fermentata i usisavanje (resorpciju) hranjivih tvari ukazuju, da salmonidi dobro koriste bjelančevine, koje su pretežni sastojak u hrani životinjskog porijekla. Toj su hrani prilagođeni i fermenti u probavnom traktu. Pepsin u želucu razgrađuje bjelančevine do neptona. Na to se u crijevu nadovezuje djelovanje fermenta tripsina iz gušterače (pankreas), koji bjelančevine, peptone i peptide razgrađuje do aminokiselina, koje se iz crijeva mogu resorbirati u krv. Fermenti peptidaze, koji nastaju u sluznici crijeva i razgrađuju peptide do aminokiselina su kod salmonida relativno slabo aktivni. Prema Schlotkeu (20) je aktivnost fermentata za razgradnju ugljikohidrata relativno niska, znatno niža nego kod ciprinida. Iako se pretpostavlja, da su lipaze, tj. fermenti koji razgrađuju masti kod salmonida aktivniji nego kod ciprinida, točni podaci o tome nedostaju.

Istraživanja o ishrani salmonida možemo podijeliti u dvije grupe. Prva grupa, nažalost malobrojna, nastoji dati odgovor, koje hranjive tvari i u kojoj količini mora sadržavati hrana da pastrve mogu optimalno rasti bez štete na njihovo zdravlje. Drugim riječima, ova istraživanja proučavaju fiziologiju probave i ishrane. Druga grupa istraživanja se bavi pitanjem, koje vrste hrane i u kakvim omjerima daju kod ishrane salmonida najbolje rezultate. Iako istraživanja druge grupe obično više zanimaju i zadovoljavaju praktičare, ipak je vrijednost prvih istraživanja veća. Naime, poznavanje fiziologije probave i ishrane, tj. mogućnosti iskorištavanja i potrebe za pojedinim hranjivim sastojcima kod različitih uslova omogućuje, da se i bez prethodnih pokusa iz dostupnih hranjiva sastavi kvalitetna hrana, jer je sastav gotovo svih hranjiva danas već detaljno poznat. Ova su saznanja naročito važna i vrijedna kod određivanja sastava granulirane i peletirane hrane.

VAŽNOST POJEDINIH HRANJIVIH TVARI

Hranjive tvari koje su potrebne za život i rast možemo podijeliti na anorganske i organske. Dio potreba za anorganskim tvarima, tj. mineralima, ribe pokrivaju iz hrane putem resorpcije u crijevu, a dio iz vode koja ih okružuje, putem škrge i kože.

Prema značenju i potrebnoj količini organske se tvari mogu svrstati u tri grupe.

Prvu grupu sačinjavaju tvari, koje daju energiju za rast i rad organizma i služe za izgradnju

tijela. To su bjelančevine, ugljikohidrati i masti. Dnevna potreba tih tvari se izražava u gramima na kilogram tjelesne težine.

Druga grupa tvari potrebna je organizmu za stvaranje složenijih spojeva u vlastitom tijelu. Tu spadaju aminokiseline, purini i neki lipidi (masti i njima slične tvari). Potrebna količina tih tvari je manja i iznosi dnevno nekoliko miligrama na kilogram. Neke od tih tvari mora organizam primiti s hranom, a druge može i sam sintetizirati. Obzirom na to razlikujemo esencijalne (nezamjenjive ili bitne) i neesencijalne (zamjenjive ili nebitne) aminokiseline. Esencijalne aminokiseline mora organizam primiti s hranom, jer ih ne može izgraditi iz drugih hranjivih tvari.

Treću grupu sačinjavaju tvari, koje su potrebne u veoma malim količinama (nekoliko mikrograma na kilogram dnevno), a neophodne su kao specifični nosioci raznih fizioloških funkcija. To su vitamini, koje životinjski organizam većinom ne može sam stvoriti. Njihov nedostatak u hrani izaziva oboljenja koja nazivamo avitaminozama.

Bjelančevine služe za izgradnju tijela, a djelom i za pokrivanje energetske potrebe. Prema podacima koje su sakupili Wood i suradnici (22), u prirodnoj hrani (beskralježnjaci) salmonida, bjelančevine sačinjavaju prosječno 57,4% od suhe tvari. Prema istim autorima, 69 različito sastavljenih hranjiva, koja su u raznim krajevima Sjedinjenih država upotrebljavana za ishranu salmonida, sadržavalo je 67,7—64,6% bjelančevina od suhe tvari. Podaci pojedinih autora o potrebi bjelančevina za salmonide se razlikuju. Te razlike postoje i zbog toga, jer neki autori izražavaju bjelančevine kao postotak u suhoj tvari hrane, a drugi kao postotak u ukupnoj masi hrane, koja često sadrži različiti postotak vode. Stoga je pravilnije govoriti o potrebnom postotku bjelančevine u suhoj tvari hrane.

Iz novije literature treba navesti podatak Hubloua (11), da je Oregonska peletirana hrana s 52,3% bjelančevina u suhoj tvari davala vrlo dobre rezultate kod ishrane kalifornijskih pastrva i salmonida *Onchorhynchus tshawytscha*. Interesantno pitanje, koji najniži postotak bjelančevina osigurava optimalni rast, istraživali su De Long i suradnici (3) kod *O. tshawytscha*. Oni su ustanovili, da je kod 8,3°C optimalno 40%, a kod 14,4°C 55% bjelančevina. Dakle, ta su istraživanja potvrdila i konkretizirala ranije gledište, da je količina bjelančevina potrebnih za optimalni rast kod više temperature veća. Kao što se vidi, salmonidi u upoređenju s drugim životinjama trebaju za rast znatno viši postotak bjelančevina. No oni te bjelančevine i dobro koriste. Tako Japanac Hose (10) iznosi, da kalifornijske pastrve resorbiraju iz hrane 65—70% i više bjelančevina. Još veći postotak

iskorištavanja (92%) navodi Wiesner (5). I previ- soka i preniska količina bjelančevina u hrani je za salmonide štetna. Njihov nedostatak uzrokuje usporenje rasta i prekomjerno nakupljanje masti u tijelu, a naročito u jetri i gušterači. S uzgojnog stanovišta je takva hrana neekonomična, kao i ona koja sadrži previše bjelančevina. Kod previsokog sadržaja bjelančevina organizam troši njihov su- višak za pokrivanje energetske potreba ili ih pre- tvara u masti, što nije poželjno. Štetni produkti koji nastaju kod intenzivne razgradnje bjelanče- vina za energetske potrebe opterećuju organizam, a prekomjerno odlaganje masti otežava normalne funkcije organa, naročito jetre. Hranjenje isklju- čivo bjelančevinama dovodi čak do otrovanja or- ganizma razgradnim produktima.

Veoma je važno, da su bjelančevine u hrani kvalitetne po svome sastavu, tj. da sadrže sve po- trebne aminokiseline. Do sada izneseni podaci se odnose na punovrijedne bjelančevine, a o znače- nju aminokiselina bit će govora kasnija.

Ugljikohidrati služe pretežno za davanje ener- gije, a manjim dijelom i za izgradnju tijela. U ishrani se općenito nastoji energetske potrebe pokr- iti ugljikohidratima, jer se iz njih s jedne strane lakše oslobađa energija, a s druge strane se na taj način povećava ekonomičnost hrane. Stoga je i za ishranu salmonida vrlo interesantno pitanje, kakve su mogućnosti za iskorištavanje ugljiko- hidrata i koji je postotak u hrani najpovoljniji. Tre- ba spomenuti, da u prirodnoj hrani ugljikohidrati sačinjavaju oko 13% suhe tvari, no od toga znatan dio otpada na sirovu vlakninu, koja je neprobav- liiva. Phillips i suradnici su još 1940. ustanovili, da pastrve mogu resorbirati iz hrane visoki po- stotak ugljikohidrata. Phillips sa suradnicima i Mc Laren sa suradnicima su došli do zaključka, da je količina od 9—12% odnosno 20% ugljiko- hidrata od mokre težine hrane toksična za kali- fornijske pastrve, jer tako hranjene ribe zaostaju u rastu i ugibaju. No u kasnijem radu McLaren nije utvrdio negativan uticaj ugljikohidrata na kalifornijske pastrve, čak ni kad ih je u hrani bilo 45%. On je u tim pokusima upotrebio bolje od- govarajuću hranu. Buchler i Halver (1) navode, da je kod tih istraživanja količina ugljikohidrata u hrani bila povećana na štetu bjelančevina i vita- mina, pa nije jasno, da li se u pokusima ispoljilo štetno djelovanje ugljikohidrata ili nedostatak bje- lančevina i vitamina. Stoga su ovi autori postavili precizne pokuse s O. tshawytscha, koji su dali u biti iste rezultate kao i posljednji McLarenov po- kus. Tako je ustanovljeno, da mlađ istraživane vrste, hranjen izbalansiranom hranom, podnosi i 48% ugljikohidrata kroz dugo vrijeme bez štetnog utjecaja na rast i zdravstveno stanje. Kod istraži- vanja vrijednosti pojedinih vrsta ugljikohidrata su ti autori ustanovili, da tempo rasta opada para- lelno s povećanjem njihove molekularne težine. Najbolji rast je postignut s monosaharidom glu- kozom i disaharinom saharozom. Fruktaza i galak- toza su davale slabiji rast, a dekstrin i škrob iz krumpira bio je slabiji. Prema ranijim podacima, salmonidi mogu u eksperimentalnim uslovima pro-

baviti i do 59% sirovog škroba. No Davis (2) sma- tra, da je u praktičnim uslovima iskorištavanje škroba daleko slabije. Prema Titcomb i Phillipsu se kuhani škrob koristi za 20% bolje od sirovog.

Istraživanja Buhlera i Halvera o značenju ce- luloze su pokazala, da male količine ne djeluju štetno nego čak i poboljšavaju iskorištavanje bje- lančevina, dok viši postotci usporavaju rast.

Ako sumiramo podatke o mogućnosti upotrebe ugljikohidrata proizlazi, da ih hrana salmonida može sadržavati i u visokom postotku, ako uz to sadrži dovoljnu količinu kvalitetne bjelančevine i vitamina. Naročito je potrebno obratiti pažnju na vitamine B grupe, jer povećanje količine ugljiko- hidrata traži i povećanje količine tih vitamina, koji su neophodni za njihov metabolizam. Avita- minoze te grupe dovode do slabijeg iskorištavanja ugljikohidrata, patoloških promjena i povećanja smrtnosti. Dalja istraživanja trebaju riješiti mo- gućnost ekonomične primjene škroba u ishrani salmonida. Široka primjena ugljikohidrata manje molekularne težine, koji su lakše probavljivi i dobro iskorišteni je teža, jer su oni manje pri- stupačni.

I masti su pretežno energetske materijal. Kada ih se daje u većoj količini, dolazi i do njihovog odlaganja. Većina organizama je sposobna, da sa- ma stvori mast iz suviška ugljikohidrata i bjelan- čevina. Prema podacima Phillipsa i Podoliaka, vi- soka količina ulja u hrani izaziva kod pastrva nakupljanje tekućine u tjelesnoj šupljini, što au- tori povezuju s odlaganjem masti u bubrezima i smetnjama u njihovom radu, koje zbog toga na- staju. Krute masti mogu kod sitnog mlađa iza- zvati začepljenje crijeva i uginuće. Hrana se pre- obiljem masti izaziva masnu infiltraciju jetre i ugibanje.

Općenito je poznato, da salmonidi ne mogu iskorištavati visoki postotak masti u hrani. Prema Buhleru i Halveru (1) kod zamjene ugljikohidrata s istom kalorijskom vrijednošću masti, mlađ vrste O. tshawytscha zaostaje u rastu i slabije iskorišta- va bjelančevine. Ni dodavanje kukuruznog ulja hrani koja nije sadržavala ugljikohidrate, nije po- boljšavalo rast ni iskorištavanje bjelančevine. Za- paženo je, da ribe kod povećanja količine masti od 8 na 16% uzimaju manju količinu hrane. Po- većana količina masti bila je odložena u tijelu, a nije bila dobro korištena za pokrivanje energet- skih potreba. Nasuprot ovim rezultatima Phillips sa suradnicima (17) je kod pokusa sa jezerskom zlatovčicom ustanovio, da ta vrsta može koristiti ulje iz kukuruza za podmirivanje energetske po- treba, da male količine masti ne povećavaju koli- činu masti u tijelu, te da kod dodavanja ulja dolazi do smanjenja potrošnje bjelančevina za energetske potrebe.

Iz iznesenih podataka se može zaključiti, da salmonidi podnose oko 10% masti u suhoj tvari hrane, dok je veća količina nekorisna ili čak štet- na. No hrana mora uvijek sadržavati manje koli- čine masti, jer one sadrže esencijalne masne kise-

line, koje ribe ne mogu same izgraditi. Općenito je dovoljno da se hrani dodaju samo one masti, koje sadrže u mastima topive vitamine. U Sjedinjenim državama se u tu svrhu upotrebljava ulje iz jetre bakalara. Konačno pokvarene masti su veoma štetne, jer izazivaju teško oštećenje jetre.

U drugu grupu hranjivih tvari, potrebnih u malim količinama, spadaju prvenstveno esencijalne aminokiseline. Već je Wiesner 1937. godine iznio, da za pastrve naročito značenje imaju aminokiseline, cistin, lizin i triptofan. Posljednjih godina su Halver, Shanks i suradnici (8, 9, 21) istraživali, koje su aminokiseline nezamjenjive za kalifornijsku pastrvu, *O. tshawytscha* i *O. nerka*. Tako su ustanovili, da hrana za normalan rad ovih vrsta mora sadržavati 10 aminokiselina i to arginin, histidin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan i valin. Salmonidi ne mogu sintetizirati ni jednu od tih aminokiselina. Nasuprot tome, ostale aminokiseline su nebitne i ribe ih mogu stvoriti bilo iz esencijalnih ili drugih neesencijalnih aminokiselina. U pokusima, gdje hrana nije sadržavala po neku od esencijalnih aminokiselina, kod istraživanih je salmonida došlo do zastoja u rastu. Nakon 10—12 dana ribe su izgubile apetit i nisu više rasle. Kada je izostavljena aminokiselina ponovno dodana hrani, ribe su počele ponovno normalno rasti. Kod riba hranjenih hranom koja nije sadržavala triptofan, pojavila se je osim toga, kod oko 25% primjeraka, izrazita iskrivljenost kralježnice (skolioza).

De Long i suradnici (4) su istraživali, da li se kod konstantnog postotka bjelančevine u hrani i raznih temperatura mijenja potreba za treoninom. Kod 40% bjelančevina u hrani je u uvjetima pokusa potreba za treoninom bila ista kod 8° i 15°C i iznosila je oko 0,9% od suhe hrane ili oko 2,28% od količine bjelančevina u hrani.

Kao što se iz opisanih pokusa vidi, ni najkvalitetnija hrana ne može davati prirast, ako u njoj manjka makar i jedna od nezamjenjivih aminokiselina. Čak i nedovoljna količina nezamjenjive aminokiseline usporava rast. Stoga hrana salmonida mora biti sastavljena od punovrijednih, izbalansiranih bjelančevina. Naročito je za biljne bjelančevine karakteristično, da im je aminokiselinski sastav nedovoljno kvalitetan. One redovito sadrže vrlo malo metionina i lizina. Sastav bjelančevina hrane je bolji, ako su one raznog porijekla, jer se tada njihov aminokiselinski sastav nadopunjuje. Zbog toga tvornička peletirana hrana za salmonide sadrži u Sjedinjenim državama po nekoliko, čak 9 i više različitih bjelančevinskih komponenata, većinom životinjskog porijekla.

Podaci o važnosti esencijalnih masnih kiselina su najnovijeg datuma. Nicolaides i Woodall (16) su 1962. prvi eksperimentalno dokazali, da mlađ *O. tshawytscha*, koji je od početka uzimanja hrane hranjen hranom bez i najmanjeg traga masti zaostaje u rastu. Ustanovljeno je, da se taj smanjeni rast poboljšava, ako se hrani dodaje trilinolein i linolenska kiselina. Kod mlađa hranjenog od valjenja bez masti pojavila se uz to i depigmenta-

cija. Kod znatnog postotka je boja kože postala izrazito svjetlija, jer se smanjila količina melanina u koži. Tu pojavu su autori mogli spriječiti dodavanjem trilinoleina. Ovi pokusi pokazuju, da su trilinolein i linolenska kiselina neophodni i nezamjenjivi sastojak za hranu *O. tshawytscha*, a vjerojatno i za ostale salmonide. Kod starijih riba nedostatak ovih nezamjenjivih masnih kiselina u hrani ne izaziva poremetnju zbog toga, jer u tijelu postoje rezerve. No vjerojatno je, da te rezerve mogu biti istrošene u slučaju dugotrajnog nedostatka.

Treću grupu organskih tvari, koju hrana mora sadržavati u minimalnim količinama, sačinjavaju vitamini. Kod ekstenzivnog i poluintenzivnog uzgoja riba važnosti vitamina nije bilo potrebno posvećivati naročitu pažnju. No u uslovima intenzivnog uzgoja je to pitanje od velikog značenja. Hipovitaminoze i avitaminoze mogu salmonidnom ribarstvu nanijeti velike gubitke. Područje fiziologije i patologije vitamina su kod salmonida pretežno obraditi američki autori. Prema topivosti razlikujemo vitamine topive u mastima (A, D, E i K) i vitamine topive u vodi.

Vitamin A (ekseroftol) održava normalnu strukturu i funkcionalnu sposobnost epitela. On učestvuje i u procesu gledanja, gdje fotokemijskim promjenama uzrokuje podražaj živčanih stanica i osjet vida. Značajan je i kod regulacije živčanih funkcija. Kod A hipo- i avitaminoze dolazi do promjena na epitelu u obliku orožnjavanja i smanjenja otpornosti prema zaraznim bolestima. Dolazi do poremetnje u vidu, koordinaciji pokreta i slabosti mišića. Javlja se i usporavanje rasta kostiju. Deficit tog vitamina izaziva pad tempa rasta, anemiju i prekomjerno nakupljanje masti u jetri. Povećava se koeficijent utroška hrane, a kod mlađa može doći i do visokog postotka ugibanja.

Vitamin D obuhvaća nekoliko vitaminskih djelatnih tvari, od kojih su najvažnije kalciferol ili D₂ i D₃ vitamin. Nedostatak toga vitamina izaziva kod salmonida poremetnje u izmjeni kalcija i fosfora u organizmu, poremetnje u razvoju škržnih listića i pojavu rahitisa.

Vitamin E (tokoferol) je važan za normalno održavanje reprodukcionog ciklusa. E-vitaminoza izaziva kod salmonida pojavu slabe oplodnje ikre i njenu svjetlu boju. Nedostatak toga vitamina izaziva po mišljenju nekih autora povećanu prijemčivost potočne pastrve za pojavu lipidne degeneracije jetre i tzv. »nove bolesti«, koju se danas naziva virusna hemoragična septikemija.

Vitamin K prema istraživanjima Wolfa nije neophodan za pastrve.

Od u vodi topivih vitamina imaju za salmonide naročito značenje oni iz grupe B. Te tvari su neophodne za normalan rast riba. Kod njihovog nedostatka se smanjuje apetit, sekrecija probavnih žlijezda, javlja se anemija i promjene u ponašanju uslijed živčanih i mišićnih smetnji.

B₁ vitamin (tiamin ili aneurin) ima veliko značenje u metabolizmu i njegov nedostatak izaziva nakupljanje nezasićenih masnih kiselina u tijelu,

koje su za ribe toksične. Dnevnu potrebu za tim vitaminom je odredio McLaren sa suradnicima. Ona iznosi 0,1 mg na 100 g obroka. Empirijska dnevna potreba iznosi prema Phillipsu 0,150—0,186 mg na kilogram težine (za potočnu i kalifornijsku pastrvu). Potreba za tim vitaminom je to veća, što se u hrani nalazi veća količina ugljikohidrata. B₁ avitaminoza salmonida se ispoljuje gubitkom ravnoteže. U početku se taj znak javlja kod pojedinih riba, a kasnije zahvaća sve veći broj. U kroničnim slučajevima pastrve žive u tom stanju i po nekoliko tjedana. Oboljele ribe leže na dnu, plivaju na boku ili zauzimaju položaj glavom prema gore ili dolje. Postepeno se javlja sve veći gubitak apetita. Katkada se već prije gubitka ravnoteže javlja uzbuđeno stanje, kod kojeg se ribe uzbuđeno kreću po ribnjaku.

To nekada prelazi čak u divljanje, pa ribe mjerno rašireni. Kasnije se javlja paraliza mišića, pa su ribe nepokretne. Dok je kod kronične avitaminoze ugibanja pojedinačno, kod akutne avitaminoze mladih pastrvica može doći do masovnog ugibanja. Opaženo je, da sniženje temperature vode izaziva pogoršanje toka bolesti.

Neke vrste riba sadrže ferment tiaminazu, koji razgrađuje ovaj vitamin. Ovaj se ferment može razgraditi kuhanjem. Prema Deutschu i Hasleru, tiaminazu sadrže ove vrste riba: šaran, karas, patuljasti somić i neke druge američke vrste. Taj ferment nije utvrđen kod salmonida, grgeča, štuke, sunčanice i nekih drugih vrsta. Hranjenje isključivo sa sirovom ribom koja sadrži tiaminazu, izaziva akutnu avitaminozu popraćenu masovnim ugibanjem. Kronična avitaminoza se javlja kod manjeg postotka tih riba u obroku, kao i općenito kod nedovoljnog snabdjevanja ovim vitaminom. Starije ribe su otpornije, a kalifornijska pastrva je otpornija od potočne pastrve prema nedostatku tog vitamina. Sintetska hrana sadržava uvijek dovoljno ovog vitamina. Pivski kvasac i goveđa jetra su bogati izvori tog vitamina.

Vitamin B₂ (riboflavin, laktoflavin, flavin) je također neophodan za normalan rast. Prema McLarenu potreba salmonida za tim vitaminom iznosi 0,5—1,5 mg na 100 g hrane. Empirijska dnevna potreba iznosi 0,44—0,63 mg na kg težine ribe. Kod B₂ avitaminoze dolazi do pojave zastoja u rastu, zamućenja rožnice, krvarenja u očima i na škržnim listićima, tamne pigmentacije, bježanja od svjetlosti, gubitka apetita i povećanja smrtnosti.

Vitamin B₆ (piridoksin) potreban je ribama u količini od 0,1—1 mg na 100 g hrane. Empirijska dnevna potreba iznosi 0,225—0,250 mg na 1 kg težine ribe. Nedostatak ovog vitamina izaziva živčane poremetnje, gubitak apetita, anemiju, nakupljanje tekućine u trbušnoj šupljini, brzog i nekoordiniranog disanja i povećanja smrtnosti. Prema Phillipsu i suradnicima, potpuni nedostatak tog vitamina izaziva kod pastrve ugibanje za 14 dana.

Vitamin B₁₂ je potreban za sazrijevanje eritrocita, a učestvuje i u metabolizmu bjelančevina. On pozitivno utječe na rad mlađa kalifornijske pastrve i povećava njihovu otpornost prema bole-

stima. Prema Halveru, salmonidi trebaju na 100 g hrane 0,009 mg vitamina B₁₂. Nedostatak tog vitamina izaziva gubitak apetita, usporenje rasta i anemiju.

Biotin (vitamin H) učestvuje u metabolizmu lipida i masti. Osušeni bjelanjak kokošjeg jajeta sadrži jednu materiju, koja se u probavnom traktu spaja u kompleksan spoj s biotinom, pa se on ne može resorbirati. Stoga kod ishrane bjelanjkom jajeta može doći do avitaminoze, što je od praktičnog značenja kod ishrane mlađa salmonida. Potočna pastrva treba 0,005—0,025 mg biotina na 100 g hrane. Empirijska dnevna potreba potočne pastrve iznosi 0,0433—0,0796 mg biotina na kg težine. Nedovoljna količina biotina u hrani izaziva smanjenje apetita, slabi rast, atrofiju mišića, tamnu pigmentaciju i anemiju. Wolf smatra, da je biotin potreban samo potočnoj pastrvi, dok ga kalifornijska pastrva ne mora primati s hranom.

Pantotenska kiselina je za kalifornijsku pastrvu potrebna u količini od 1—2 mg na 100 g hrane. Empirijska dnevna potreba za sve salmonide iznosi 0,97—1,125 mg na kg težine ribe. Nedostatak ove tvari izaziva brzo prestanak rasta, poremetnje škržnog tkiva u vidu nenormalnog bujanja epitela i sljepljivanja škrge, anemiju i masovno ugibanje. Mnogi smatraju da je ta avitaminoza kod salmonida najčešća.

Inozitol je potreban za normalan rast svih salmonida. Njegov nedostatak izaziva gubitak apetita, anemiju i degeneraciju peraja. 100 g hrane mora sadržavati 25—30 mg inozitola.

Folna kiselina je potrebna u količini od 0,1 mg na 100 g hrane, a empirijska dnevna potreba iznosi 0,0292 mg na kg težine ribe. Nedostatak folne kiseline izaziva pad tempa rasta, anemiju, lomljivost peraja i tamnu pigmentaciju.

Ksantopterin je također potreban salmonidima kao antianemički faktor.

Holin je potreban u količini od 5—10 mg na 100 g hrane. Njegov nedostatak izaziva usporenje rasta, slabo iskorištavanje hrane, gubitak apetita i krvarenja u bubregu i crijevu.

Para-aminobenzojna kiselina potrebna je u količini od 10—20 mg na 100 g hrane. Njen nedostatak izaziva također gubitak apetita, zastoj u rastu i patološke promjene u probavnom traktu te na škragama.

Nikotinska kiselina (PP-faktor) potrebna je u količini od 0,1—0,5 mg na 100 g hrane. Također smanjuje tempo rasta i gubitak apetita. Empirijska dnevna potreba iznosi 3—4,1 mg na kg težine ribe.

C vitamin ne moraju sve vrste životinja primati u hrani. Tako i o njegovoj važnosti za salmonide ne postoji jedinstveno gledište. Dok po mišljenju nekih autora njegov nedostatak u hrani izaziva avitaminozu, drugi smatraju da hrana salmonida ne mora sadržavati taj vitamin, jer ga oni mogu sami sintetizirati.

Po mišljenju većine autora, hrana za salmonide obično sadrži dovoljne količine minerala. Osim toga oni ih mogu uzimati i iz vode. No po mišljenju nekih autora, dodatak minerala ipak poboljš-

šava njihov rast. To je dodavanje potrebno u slučaju, kada je voda siromašna mineralnim tvarima. Dodavanje prevelikih količina mineralnih tvari može po mišljenju Phillipsa i Balzera izazvati nepoželjno povišenje izmjene tvari. Od mikroelemenata mogu katkada u hrani nedostajati željezo i kobalt, što dovodi do anemije, pa je poželjno da ih se dodaje hrani.

Kako je kuhinjska sol često sredstvo za konzerviranje hrane, poboljšanje njene konzistencije, a dolazi i u nekim bjelančevinastim koncentratima, važno je znati, da hrana koja sadrži više od 3% soli može izazvati upalu crijeva. Phillips navodi, da sol u količini od 2,72—3,64 g na kg težine salmonida dovodi do stvaranja edema. On ipak preporučuje, da se hrani koja ne sadrži sol, doda 2% radi sprečavanja ispiranja hranjivih tvari iz svježih hrane životinjskog porijekla.

Hrana slatkovodnih riba ne mora sadržavati vodu, jer ona stalno ulazi u njihovo tijelo kroz škrge i kožu. Kako su količine te vode relativno niske, ribe moraju intenzivno odstranjivati njen suvišak putem bubrega i crijeva. Stoga je voda za ishranu salmonida značajna samo u toliko, što se pomoću nje u izvjesnim slučajevima može poboljšati konzistencija hrane.

Već je duže vremena poznato, da dodatak antibiotika k hrani za salmonide ne izaziva poboljšanje rasta, kao što je to slučaj kod mnogih domaćih životinja. To su najnovije vrijeme potvrdila istraživanja koja je u Americi proveo Kincheloe (13).

VRIJEDNOST VAŽNIJIH HRANIVA

Kod ocjenjivanja kvalitete hrane za salmonide je redovito glavni kriterij tempo rasta. Međutim, iako je brzi rast vrlo poželjan, on ne smije biti postignut na račun zdravstvenog stanja i živahnosti riba. Hrana mora ribama omogućiti ne samo brzi rast nego i održavanje normalnog fiziološkog stanja. To naročito vrijedi za mlad, koji ne smije biti trom, mastan, debeo ili mlohav. U takvom stanju on je nesposoban za prilagodavanje novoj sredini, a ubrzo mu opada i tempo rasta. Da pravilna ishrana ima naročito značenje kod mlada za poribljavanje, potvrđuju pokusi Millera (15). Oni su pokazali, da se je grupa kalifornijskih pastrva hranjenih jetrom, dakle vrlo dobrom hranom, u teškim uslovima okoline aklimatizirala znatno slabije od grupe hranjenje peletiranom hranom. Aklimatizacija je bila praćena biokemijskim pretragama i sakupljanjem uginulih primjeraka.

Hraniva za salmonide mogu biti životinjskog ili biljnog porijekla. Među životinjskim hranivima razlikujemo živu hranu, svježnu hranu i suha brašnasta krmiva (životinjski koncentрати).

Živa hrana, a naročito plankton, gamaridi i mekušci se upotrebljavaju za ishranu mlada, no u relativno malom opsegu zbog teškoća oko uzgoja i dobavljanja dovoljnih količina. Prednosti gamarida i planktona u uspoređenju s govedim mesom su kod nas dokazali svojim pokusima Janković i Raspopović (12). Manje vrijedna živa hrana su Oli-

gochatae, jer sadrže mnogo masti, a malo vitamina i minerala. I kod hranjenja živom hranom je bolje, da je ona raznovrsna.

Od svježih hraniva je za ishranu salmonida najkvalitetnija goveda jetra. Ona sadrži sve nezamjenjive aminokiseline i vrlo je bogata vitaminima, naročito onima iz B grupe. Obroci koji sadrže 20% svježih govede jetre i 5% pivskog kvasca sadrže sve potrebne vitamine (Phillips). Kuhanje znatno smanjuje vrijednost jetre. Jetra ovce, svinje i konja nije tako kvalitetna kao goveda.

Slezena se zbog niže cijene i lakšeg nabavljanja upotrebljava mnogo više od jetre. I ona sadrži po aminokiselinskom sastavu vrijedne bjelančevine i mnogo vitamina, no ipak po kvaliteti zaostaje za jetrom. Pokusi Wiesnera, nekih američkih autora i Malikove ukazuju, da duže hranjenje isključivo sa slezenom izaziva slabi rast, pa i patološke pojave. Kod riba se javlja manjak željeza, metionina, te vitamina A i B₁.

Od ostalih nutarnjih organa je od velike vrijednosti jedino još govede srce. Po mišljenju Davisa, ono je za ishranu mlada još bolje od jetre. Drugi organi se ne odlikuju takvim sastavom, da bi mogli biti dobra osnovna komponenta za obroke salmonida. Njih se može dodavati hrani za pastrve duže od 8—10 cm.

Meso (mišićno tkivo) toplokrvnih životinja je za salmonide dosta teško probavljivo i predstavlja jednostranu hranu, koja je relativno siromašna vitaminima, makro- i mikroelementima i nekim animokiselinama. Hranjenje isključivo mesom može dovesti čak i do upale želuca i crijeva. Vrijednost autoklaviranog mesa (konfiskati) je još manja. Govede meso daje bolji rast od svinjskog. Krv po vrijednosti i probavljivosti također zaostaje za jetrom i slezenom.

O vrijednosti svježih ribe za ishranu salmonida postoje različita mišljenja. Dok neki evropski radovi starijeg datuma i široka praksa sjevernoevropskih zemalja ukazuju na veliku vrijednost visokog postotka svježih morske ribe u obroku, Davis navodi, da je za isti prirast potrebno dvostruko više ribe nego drugih svježih životinjskih hranjiva. Phillips čak navodi, da hranjenje ribom treba izbjegavati. Već je izneseno, da salmonidi hranjeni nekim vrstama ribe oboljevaju od B₁ avitaminoze, što se može izbjeći kuhanjem ribe ili dodavanjem velikih količina B₁ vitamina. Preporučuje se, da se za hranjenje ne upotrebljavaju masne vrste riba. Vrlo je važno, da riba bude potpuno svjež, jer pokvarena riba izaziva teške upale želuca i crijeva. I sve ostale vrste svježih hrane su lako podložne kvarenju, pa u takvom stanju uzrokuju upale želuca i crijeva, degeneraciju jetre, otrovanje i ugibanje. Ako se ne raspolaže sa svježom hranom, bolje je da se pastrve 3—4 dana ne hrane, jer to je po mišljenju nekih čak i korisno. No prekid u hranjenju vrlo negativno utječe na mlad u prvim tjednima života.

Nedostatak svježih hrane životinjskog porijekla, a u Americi i njezina visoka cijena, dovela je do sve šire upotrebe suhih brašnatih krmiva životinj-

skog porijekla ili tzv. životinjskih bjelančevinastih koncentrata. S kvalitetnim i kvalitetno proizvedenim koncentratima se uz odgovarajuću upotrebu može proizvesti isto tako kvalitetna, ako ne i bolja konzumna riba, kao i kod ishrane sa svježom hranom. Brojni pokusi, naročito u Americi doveli su tokom zadnjih desetak godina do postepeno sve šire primjene koncentrata. U početku ih se upotrebljavalo kao primjesu svježoj hrani u količini od 20—50%. Pred nekoliko godina se suhom hranom, sastavljenom pretežno od koncentrata, hranilo salmonide djelomično i povremeno, zatim 5—6 dana u tjednu (2 dana je obrok bio sastavljen od svježih hrane). Tek je u posljednje vrijeme uspjele svježih hranu potpuno zamijeniti suhom, granuliranom i peletiranom hranom. Svakako da je toj ekspanziji koncentrata vrlo mnogo doprinjelo sve bolje poznavanje fiziologije probave i ishrane.

Da bi mogli dati zadovoljavajuće rezultate, koncentrat mora biti proizveden odgovarajućim tehnološkim postupkom, koji će zaštititi hranjive tvari od razgrađivanja, moraju sadržavati određene količine hranjivih tvari i biti svježih. Potrebno je uvijek kontrolirati njihovu kvalitetu, jer ona može znatno varirati. Veoma su opasni slani, masni te i najmanje pokvareni koncentrat.

Najvrijedniji koncentrat je kvalitetno riblje brašno. Za njim nešto zaostaje po vrijednosti krmno, mesno-koštano i mesno brašno. Vrlo je kvalitetno i mnogo se upotrebljava (u Americi) brašno od bijele ribe i sušeno obrano mlijeko. Uz to postoji i cijeli niz vrlo dobrih koncentrata, kojih na tržištu ima u manjim količinama, kao brašno od rakova, mekušaca, ikre salmonida, govede jetre, ličinaka dudovog svilca, i dr.

Riblje ulje se također upotrebljava u ishrani salmonida (1—3%) kao izvor u mastima topivih vitamina.

BILJNA HRANIVA. Mišljenja o vrijednosti i mogućnosti upotrebe biljnih hraniva se znatno razilaze. Dok neki smatraju, da hrana za mlad do 3 mjeseca ne smije sadržavati biljne komponente, odnosno da ih u hrani ne smije biti više od 30%, Lindsey (14) je kod potočnih pastrva i jezerske zlatovčice uz niži koeficijent i postotak gubitaka postigao odličan rast s peletiranom hranom, u kojoj je 60% komponenata bilo biljnog porijekla. No nakon 5 mjeseci neprekidne upotrebe te hrane došlo je kod riba do zastoja u rastu i povećanju smrtnosti, što je autor mogao spriječiti prihranjivanjem s jetrom i slezenom. Sigurno je, da je upotreba određenih postotaka pojedinih biljnih hranjiva ne samo ekonomična nego se može i potpuno opravdati, jer u smjesi sa životinjskim hranivima i dodatkom vitamina zadovoljava fiziološke potrebe.

Biljna hraniva se može podijeliti na pretežno ugljikohidratna, bjelančevinasta, vitaminozna i balastna. Od ugljikohidratnih se najviše upotrebljava pšenično, a nešto manje rižino i raženo brašno. Ta brašna sadrže znatne količine vitamina iz B grupe, a surova vlaknina i dio škroba služi kao balastna materija. Od niza biljnih produkata sa

višim postotkom bjelančevine u Americi se mnogo upotrebljava brašno od papučnih sjemenki i sojino brašno. Vrlo su vrijedni i nusproizvodi industrije šećerne repe te osušene sladne klice.

Pivski kvasac je kao vitaminozni dodatak neobično bogat svim vitaminima B grupe i njegov dodatak hrani (2,5, pa i 10%) veoma povoljno utječe na rast i zdravstveno stanje. U nekim se zemljama kao vitamini i voluminozni dodatak upotrebljavaju koprive.

Upotreba balastnih hraniva se osniva na činjenici, da prirodna hrana salmonida sadrži visoki postotak neprobavljivih tvari. Stoga se je predpostavljalo, a u pokusima i dokazalo, da i dodatna hrana treba sadržavati takve materije. One povoljno utječu na proces probave, iskorištavanje bjelančevina i sprečavaju pretrpavanje hranjivim tvarima. Ona uz to snižuju specifičnu težinu i poboljšavaju konzistenciju klasične hrane, pa se tako lakše daje ribama i one je bolje koriste. U izbalansiranoj peletiranoj hrani pojedini biljni sastojci sadrže male količine balastnih materija (surove vlaknine i sl.), pa balastna hraniva ne treba posebno dodavati. Kao balast su vrlo dobre posije, koje uz to sadrže i vrijedne bjelančevine te vitamine. Uz ostale proizvode žitarica se kao balast može upotrebljavati piljevina od topole i bukve.

Prednosti upotrebe peletirane hrane. Stremljenja u pravcu sastavljanja i proizvodnje peletirane hrane ne nalaze poticaj samo u činjenici, da u svijetu postoji nedostatak svježih životinjske hrane, već i u nekim isto tako važnim prednostima.

Sa finansijsko-organizacione strane peletirana hrana ima za uzgajača prema klasičnoj ove prednosti: 1. uštede u investicijama — na ribnjacima nisu potrebne hladnjače i kuhinje, već obična skladišta. 2. Uštede u radu — otpada briga oko nabave hrane, njenog pripremanja, čišćenje kuhinje i hladnjače, smanjuje se potreba čišćenja bazena i otvaraju se mogućnosti za mehanizaciju ishrane. 3. Materijalne uštede — nema otpada kod pripremanja hrane, a otpad kod hranjenja se znatno smanjuje; smanjuju se troškovi transporta, jer se transportira 50% težine prema težini klasične hrane. Koeficijent utroška hrane je nizak, pa tako na izgled skuplja hrana daje u stvari jeftiniji prirast.

Nije manje ni značenje, koje peletirana hrana može imati za poboljšanje ishrane: 1. manji pastrvski pogoni ne mogu nabavljati sve potrebne sastojke za kvalitetnu hranu, ili im je to skupo. Stoga peletirana hrana poboljšava ishranu. Ona može biti veoma kvalitetna, jer se može izbalansirati omjer hranjivih tvari, količina vitamina, minerala i nezamjenjivih aminokiselina, a po potrebi dodati antibiotike. Kvalitet hrane se može stalno kontrolirati u laboratoriju. 2. U peletiranu hranu se može bolje ugraditi vitamine i antibiotike, pa se oni ne gube u vodi. Kod upotrebe peletirane hrane otpada mogućnost pojave bolesti i gubitaka, koji mogu nastati od pokvarene hrane. 3. Kvalitet hrane je stalno isti, pa se probavni fermenti mogu dobro prilagoditi njenom sastavu. Tako se hranjive tvari bolje iskorištavaju. Uz to otpada negativna

pojava mijenjanja vrste hrane, koja se često javlja kod klasičnog hranjenja.

Da bi se potencijalne prednosti upotrebe peletirane hrane mogle realizirati, ona mora biti sastavljena prema fiziološkim potrebama riba, a sastavni dijelovi hrane moraju biti besprikorne kvalitete.

PREUVJETI ZA OPTIMALNO KORIŠTENJE HRANE

Osim po svom sastavu, kvalitetna hrana mora za ribe biti privlačna po okusu i mirisu. Salmonidi se doduše kod iznalaženja hrane i hranjenja služe pretežno viđom, no i osjetila za kemijske kvalitete su kod njih vrlo dobro razvijena. Stoga oni nekusnu hranu uzimaju samo toliko da zadovolje glad. Tako se je već češće dešavalo, da je po sastavu kvalitetna hrana davala vrlo loše rezultate.

Važna su svojstva hrane njena probavljivost i stupanj iskorištavanja. Iskorištavanje hrane predstavlja vrijednost, koju dobijemo ako od količine bjelančevina, ugljikohidrata i masti u hrani koja je ušla u probavni trakt odbijemo količinu istih tvari, koja izlazi s izmetom. Pod probavljivošću podrazumijevamo svojstvo hrane, da se u različitim stupnju razlaže pod utjecajem djelovanja probavnih sokova i to nezavisno od toga, da li se konačni produkti razgradnje resorbiraju ili ne. Stupanj probavljivosti i stupanj iskorištavanja hrane nisu uvijek isti. Na to osim svojstva hrane utječe i brzina njenog prolaženja kroz probavni trakt. Kod povećanja količine hrane ona se u probavnom traktu zadržava duže. Kod toga je kretanje hrane usporeno, a aktivnost lučenja fermenta pojačana. Isto tako djeluje i povećanje hranjivih tvari u obroku. Stoga je povoljnije, da hrana po jedinici volumena ili težine sadrži više hranjivih tvari. Tako se poboljšava iskorištavanje hrane i smanjuje opterećenje probavnog trakta. Kod preobilnog hranjenja se iskorištavanje hrane smanjuje, jer se hrana ne zadržava dovoljno dugo u probavnom traktu.

I temperatura utječe na zadržavanje hrane u ribi. Kod niskih temperatura se hrana zadržava dulje, a kod visokih kraće. Stoga ribe kod viših temperatura uzimaju dnevno veće količine hrane nego kod nižih. No stupanj probavljanja hrane je u okviru fizioloških granica približno isti. Naime, kod viših temperatura je aktivnost fermenta veća nego kod niskih, pa se time kompenzira kratko zadržavanje hrane.

Na trajanje probave utječe i vrsta hrane, pa se kod pastrva u istim uvjetima račići zadržavaju u probavnom traktu 4—5 sati, riblje meso 5—6, a goveda jetra 7—8 sati. No ista hrana se različito dugo zadržava kod riba razne starosti. Kod mlađih primjeraka ona se znatno brže izbacuje iz crijeva.

Iz ovih osnovnih podataka o fiziologiji probave vidljivo je, da se količina hrane i broj obroka mora podesiti prema starosti salmonida, temperaturi i kvaliteti hrane. O tome u znatnoj mjeri ovisi uspjeh hranjenja. Hranjenje mora biti intenzivno, jer ekstenzivno hranjenje je neekonomično.

Temperatura ima znatan utjecaj na stupanj iskorištavanja hrane za prirast. Naime, paralelno s povećanjem temperature, povećava se intenzitet bazalnog i standardnog metabolizma, tj. potrošnja hranjivih tvari za održavanje tijela. Stoga će ista količina hrane pri visokim temperaturama dati manji prirast nego kod nižih temperatura. Kako je kod vrlo niskih temperatura uzimanje hrane i nivo metabolizma prenizak za dobar rast, kod kalifornijskih pastrva se najekonomičniji prirasti postižu između 10 i 16° C.

Režim kisika također utječe na iskorištavanje hrane. Ako se želi postizati dobre priraste, voda ga neprekidno mora sadržavati u što većoj količini. Osim toga sastav vode mora biti takav, da dozvoljava ribi korištenje kisika. Ako u vodi ima mnogo ugljičnog dioksida ili amonijaka, riba ne može koristiti kisik, iako ga ima u dovoljnoj količini. Stoga je protok vode u ribnjacima važan ne samo zbog stalnog dovoda visika, nego i zbog odstranjivanja ekskreta, koje ribe luče u velikim količinama (i do 400 ccm mokraće dnevno po kg težine). Izmetine i mokraća sadrže amonijak i niz drugih tvari, koje ometaju rad. Stoga se inetnzivan uzgoj salmonida uz gusti nasad i intenzivno hranjenje može ekonomično sprovoditi samo u ribnjacima, koji imaju tako intenzivan protok vode, da se mogu odstraniti svi štetni produkti metabolizma. Voda uz to mora imati odgovarajuću temperaturu i biti zasićena dovoljnom količinom kisika. U Americi i u Skandinavskim zemljama se smatra, da je gustina nasada riba u salmonidnim ribnjacima primarno određena količinom vode, koja protiče kroz jedinicu vremena. Kako se intenzivna proizvodnja može sprovoditi samo u ribnjacima s velikim protokom vode, prelaz sa ekstenzivne proizvodnje na intenzivnu nije ostvarljiv na svim klasično građenim salmonidnim ribnjacima.

Konačno, bez sumnje je, da na uspjeh uzgoja i hranjenja može bitno utjecati zdravstveno stanje ribe. Stoga je zdravstvena zaštita jedan od bitnih uslova za postizanje uspjeha u salmonikulturi.

LITERATURA:

1. Buhler, D. R., J. E. Halver: Nutrition of Salmonoid Fishes. IX. Carbohydrate Requirements of Chinook Salmon. *J. Nutrition* 74 (3) 307—318, 1961.
2. Davis, H. S.: Care and Diseases of Trout. U. S. Dep. of the Interior, Fish and Wildlife Service. Res. Report No. 12. Washington 1946.
3. DeLong, D. C., J. E. Halver, E. T. Mertz: Nutrition of Salmonoid Fishes. VI. Protein Requirements of Chinook Salmon at two Water Temperatures. *J. Nutrition* 65 (4) 589—599, 1958.
4. DeLong, D. C., J. E. Halver, E. T. Mertz: Nutrition of Salmonoid Fishes. X. Quantitative Threonine Requirements of Chinook Salmon at two Water Temperatures. *J. Nutrition* 76 (2) 174—178, 1962.
5. Faktorovič, K. A.: Piščevye potrebnosti lososevnyh i osnovnye korma, primenjaemye v lososevodstve. *Izvestija GOSNIORH* Tom. 54, 64—89, 1963.
6. Fijan, N.: Anatomija, histologija, fiziologija i embriologija riba. Rukopis. Zagreb, 1963.
7. Greenberg, D. B.: Trout Farming. Philadelphia—New York, 1960.

8. Halver, J. E., D. C. DeLong, E. T. Mertz: Nutrition of Salmonoid Fishes. V. Classification of Essential Aminoacids for Chinook Salmon. *J. Nutrition* 63 (1) 95—105, 1957.
9. Halevr, J. E., W. E. Shanks: Nutrition of Salmonoid Fishes. VIII. Indispensable Amino Acids for Sockeye Salmon. *J. Nutrition* 72 (3) 340—346, 1960.
10. Hose, T.: *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.* 10 (1) 11—12, 1960 (Japanski). Ref.: *Ref. žurnal, biologija*, 5, I 23.
11. Hublou, W. F. i sur.: Development of the Oregon Pellet Diet. *Res. Briefs* 7 (1) 28—56, 1959. Ref.: *General. Biology* 36 (22) 7044/75041, 1961.
12. Janković, M., M. Raspopović: Značaj gamarida u ishrani kalifornijske pastrmke. *Arhiv biol. nauka* 12 (3-4) 99—116, 1960.
13. Kincheloe, J. W.: The Effect of the disinfectant Additive (Anti-germ 77) in Pfrizer Poultry Formula Terramycin on three Species of Salmonids. *Prog. Fish Cult.* 25 (1) 40—41, 1963.
14. Lindsey, J. J.: Pelletet dry Food as a total Diet for Trout. *N. Y. Fish and Game Jour.* 7 (1) 33—38, 1960.
15. Miller, R. B., F. Miller: Diet, Glycogen Reserves and Resistance to Fatigue in Hatchery Rainbow Trout. Part. II. *J. Fish. Res. Board Canada* 19 (3) 365—375, 1961. Ref.: *Sport Fishery Abstr.* 7 (3) 5212, 1962.
16. Nicolaides, N., A. N. Woodall: Impaired Pigmentation in Chinook Salmon fed Diets Deficient in Essential Fatty Acids. *J. Nutrition* 78 (4) 431—437, 1962.
17. Phillips, A. M., D. L. Livingston, H. A. Postou, H. A. Booke: The Effect of Diet Mixture and Carlie Sources on Growth, Mortality, Conversion and Chemical Composition of Brook Trout. *Prog. Fish. Cult.* 25 (1) 8—14, 1963., ref.: *Sport Fishery Abstr.* 3 (1) 5584, 1963.
18. Sadlaev, K. A.: *Forelevoe rybnoe hozjajstvo*. Moskva 1962.
19. Schäperclaus, W.: *Lehrbuch der Teichwirtschaft*. Berlin—Hamburg 1961.
20. Schlottke, E.: Untersuchungen über Verdauungsfermenten der Regenbogenforelle, *Trutta iridea* (W. Gibb.). *Zeitschr. f. Fischerei* 33, 33—69, 1940.
21. Shanks, W. E., G. D. Gahnimer, J. E. Halver: The indispensable Amino Acids for Rainbow Trout. *Prog. Fish. Cult.* 24 (2) 68—73, 1962. Ref.: *Sport Fishery Abstr.* 7 (3) 5054, 1962.
22. Wood, E. M., Yasutake, W. T., A. N. Woodall, J. E. Halver: The Nutrition of Salmonoid Fishes. I. Chemical and Histological Studies of wild and domestic Fish. *J. Nutrition* 61 (4) 465—478, 1957.