

KRMIVA[®]

PROBLEMATIKA HRANIDBE RANIH STADIJA ŠARANA (*Cyprinus carpio*) NJENO RJEŠAVANJE

SOLVING THE PROBLEM OF FEEDING THE CARPS (*Cyprinus carpio*) IN EARLY STAGES

I. Bogut, Z. Adámek

Pregledno znanstveni članak
UDK: 639.3.:636.084.5
Primljeno: 6. listopada 2005.

SAŽETAK

Jedan od ključnih problema u proizvodnji šaranskog mlađa je uzgoj ličinkama i mjesečnjaka u proizvodnim, odnosno ribnjačkim uvjetima. U zadnje vrijeme se pokušava izraditi odgovarajuća početna krmna smjesa koja bi zamijenila živi zooplankton i uzgoj u kontroliranim uvjetima. Više od 40 godina nutricionisti iz područja ribarstva nastoje riješiti navedeni problem, ali do sada samo s djelomičnim uspjehom. Prva etapa u razvoju početne krmne smjese za hranidbu ranih stadija šaranskih riba trajala je tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća. U početku su hranidbeni pokusi provedeni na juvenilnim ribama, a dobiveni rezultati su se neuspješno primjenjivali na ličinkama i mladuncima. Tek od polovine osamdesetih godina utvrđena su potpunija saznanja o hranidbenim potrebama ličinkama i mladunaca šarana kako u kvalitativnom tako i kvantitativnom pogledu. Nakon saznanja o građi i funkciji probavnog trakta i pripadajućim organima, te poslije niza hranidbenih pokusa naglašena je bitnost živog zooplanktona prije prelaska na hranidbu potpunim krmnim smjesama.

UVOD

Tradicionalan uzgoj šarana počinje nasadom trodnevni ličinkama u temeljito pripremljene ribnjake. Ovisno o tehnološkim mjerama i ekološkim uvjetima uzgoj šarana do tržišne mase traje 2 ili 3 godine. U prvih mjesec dana uzgoj se odvija kroz dva razdoblja i to podražtavanjem ličinkama i uzgojem mladunaca. Prvi uzgojni stadij je najteži jer je u tom razdoblju ličinkama i mladuncima potrebno osigurati optimalne zoohigijenske uvjete i odgovarajuću hranu. Zbog toga se za njihov uzgoj koriste najproduktivniji ribnjaci, koji trebaju imati dobru opskrbu vodom, kvalitetnu drenažu i prikladne uvjete za

izlov mlađa (Tamas i Horvat 1975; Panov i Čertihin 1987; Nandini i Sarma 2000).

Ovisno o bonitetu ribnjaka po 1 ha se nasaduje 400 do 600 tisuća ličinkama. Unatoč poduzetim mjerama, uginuća u razdoblju podražtavanja kreću se od 50 do 60 %, a katkada i do 90 %.

Prof. dr. Ivan Bogut, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska; Prof. dr. Zdeněk Adámek, Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology Vodňany, University of South Bohemia České Budějovice Laboratory Pohořelice, Videňská 717, 69123 Pohořelice, Czech Republic - Češka.

Ponekad u vrijeme nasada ličinaka nastupa pogoršanje vremenskih prilika i zahlađenje vode. Nasadom u ribnjake s niskom temperaturom vode ličinke se izlažu temperaturnom šoku koji u većini slučajeva završava masovnim uginućem.

Druga važna okolnost koja se javlja pri izravnom nasadu ličinaka u mladičnjake su visoki gubici odmah poslije nasada, a nastaju zbog nagle promjene životnih uvjeta i nedostatka prilagodbi tim uvjetima. Moguće je pažljivom pripremom ribnjaka djelomično otkloniti negativne uvjete, ali ih se ne može potpuno isključiti. Uvođenjem novih tehnoloških postupaka moguće je učinkovito rješenje navedenog problema. U tu svrhu potrebno je razraditi biotehniku uzgoja koja bi premostila kritično vrijeme u životu ličinaka i ranih stadija mladunaca.

Zbog nedostatka kvalitetnog mlađa, ključnog preduvjeta stabilne i visoke proizvodnje, Stević (1987) navodi da se ribnjaci često nasađuju nepravilno, što se, nepovoljno odražava na proizvodnju konzumnog šarana.

U zadnjem desetljeću postignuti su zapaženi rezultati u biotehnologiji uzgoja ranih stadija riba iz reda jesetrovki (*Acipenseriformes*) i somova (*Siluriformes*), a još ranije u uzgoju riba iz reda lososa (*Salmoniformes*). Međutim, dugotrajan je i još uvijek nije riješen problem uzgoja ranih stadija ciprinidnih vrsta riba (Jirasek i Mareš 2001).

Nastojanje ribarske znanosti usmjereno je na razradu kratkoročne (od samo nekoliko dana) i dugoročne tehnologije (nekoliko tjedana) uzgoja ličinaka i mladunaca šarana u kontroliranim uvjetima. Takvi uvjeti su identični uvjetima uzgoja ličinaka i mladunaca salmonidnih i morskih riba.

Praktično provođenje uzgoja šaranskih ličinaka u umjetnim uvjetima zahtijeva osiguranje dva ključna uvjeta. Prvi je stvaranje povoljnih ekoloških uvjeta za uzgoj ličinaka i mladunaca šarana, a drugi osiguranje dovoljne količine odgovarajuće hrane.

Izrada odgovarajućih početnih krmnih smjesa za početnu hranidbu ličinaka i uzgoj mjesečnjaka šarana u kontroliranim uvjetima riješila bi ključni problem visokih gubitaka koji nastaju u ribnjačkim uvjetima i povećala bi istodobno upotrebu novih tehnologija proizvodnje šaranskog mlađa do stadija otpornosti (Jirasek, 1989).

Za rješavanje navedenog problema potrebno je poznavanje rane ontogeneze šaranskih ličinaka i fiziološke značajke probave. Na osnovi navedenih spoznaja moguća je izrada početne krmne smjese za hranidbu ličinaka i mladunaca šarana.

BIOLOŠKE ZNAČAJKE RANIH RAZVOJNIH STADIJA ŠARANA

Razdoblje ličinke počinje prelaskom na hranidbu iz vanjske sredine, a završava definitivnim formiranjem organa, kada tijelo poprima oblik sličan odrasloj jedinki. Završetkom tog razdoblja potpuno funkcionira sustav organa za probavu, disanje, izlučivanje i pokretanje.

Razdoblje ličinke može se podijeliti na razdoblje rane ličinke i razdoblje kasne ličinke. Rano razdoblje ličinke šarana karakterizira dužina od 6,5 do 7,8 mm i starost od 4,5 do 7 dana. Razdoblje kasne ličinke nastupa nakon potpune resorpcije žumanjčane vrećice. U to vrijeme tjelesna dužina je od 8,5 mm do 16 mm, a starost od 7 do 18 dana. Na kraju tog razdoblja rast usta je završen, a čeljusni i škržni organi su pokretni.

Rani ličinački razvoj ovisi o veličini ikre i koncentraciji hrane u žumanjčanoj vrećici. Prijelaz od stadija ličinke do juvenilnog stadija u većine naših riba je postupan.

U fiziološkom pogledu ličinački stadij počinje prelaskom na egzogenu hranidbu, a završava metamorfozom. To razdoblje karakterizira niz morfoloških i fizioloških promjena koje se očituju u načinu hranidbe, razvoju enzimatskog sustava, metabolizmu i hranidbenim potrebama (Balon, 1975). S gledišta fiziologije probave ličinačko razdoblje završava razvitkom želuca u karnivornih riba ili potpunom funkcijom hepatopankreasa u šarana i ostalih ciprinidnih riba.

Jedna od značajnih osobina ličinaka riba je visok potencijal rasta. Tako ličinke šarana nakon valjenja imaju masu oko 1,2 mg. Za 20 do 30 dana, ovisno o ekološkim uvjetima, dostupnosti hrane i ostalim fizikalno-kemijskim parametrima vode masa se može uvećati i za tisuću puta (Bogut i sur. 1991). Za iskorištenje potencijala rasta potrebno je osigurati sve esencijalne hranjive tvari Bogut (1989). Osim hranjivih tvari preživljavanje ličinaka

ovisi o uspostavi morfološko-fizioloških sustava i eliminaciji predatora. Gladovanje i predacija smatraju se glavnim čimbenicima smrtnosti. Bailery i Houde (1989) i Osse i sur. (1997) smatraju da je prioritet rane ontogeneze šaranskih ličinkama razvoj organa koji omogućavaju pokret, uzimanje i probavu hrane.

Ilijina i Tureckij (1987) navode da se iz sitne ikre kakva je u šaranskih riba vale vrlo sitne ličinke s malom žumanjčanom vrećicom, koja se nekoliko dana nakon valjenja potpuno potroši, a ličinke prelaze na vanjsku hranidbu. Razvoj i rast ličinkama u stadiju endogene hranidbe pod utjecajem je količine hrane koja se nalazi u žumanjčanoj vrećici. Potrošnja rezervi iz žumanjčane vrećice i prijelaz na hranidbu iz vanjske sredine najkritičnije je razdoblje u ontogenezi ličinki.

Limborgh (1979) je utvrdio proporcionalnost između intenziteta hranidbe matičnih riba i količine hrane u žumanjčanoj vrećici ličinkama.

Za razumijevanje fiziologije probave bitno je poznavanje promjena značajnih za probavu hranjivih tvari. Građa i funkcija probavnih organa ovise o genetskim, ekološkim i hranidbenim uvjetima utvrdili su Senger i sur. (1993). Prilikom prijelaza sa žive na dodatnu hranu ličinke nastoje savladati novonastalo stanje uvođenjem adaptacijskih procesa, međutim adaptacijske sposobnosti ličinkama su ograničene navode Watanabe i Kiron (1994). Tako potpuni mortalitet nastaje za 9 do 12 dana nakon prestanka uzimanja hrane utvrdio je Jirasek (1989).

Za učinkovit prijem i probavu primljene hrane ličinke šarana trebaju imati razvijen probavni trakt u strukturnom i funkcionalnom pogledu. Na početku egzogene hranidbe ličinke šarana su duge oko 6 do 7,5 mm i oko 1,5-2 mg teške, a žumanjčana vrećica je mala. Nakon potpune resorpcije žumanjčane vrećice ličinke prelaze na egzogenu hranidbu. Na početku egzogene hranidbe ličinke šarana imaju kratko i ravno crijevo koje je od usnog do analnog otvora jednakog promjera i kraće je od ukupne tjelesne dužine (Groza, 1984). Taj autor navodi da riba prelazi s jedne vrste hrane na drugu ovisno o strukturi i funkciji probavnog trakta i drugih organa. Tako Groza (1984) navodi endogeni, kombinirani i egzogeni tip hranidbe. Za vrijeme endogene hranidbe ne postoje probavne funkcije, a hrana se iz žumanjčane vrećice uzima fagocitozom. Za

vrijeme kombinirane hranidbe riba djelomično uzima hranu iz vanjske sredine i prilagođava se na uzimanje hrane iz vanjske sredine.

Stroband i Dabrowski (1979) su utvrdili da je dužina probavila jednaka polovini dužine tijela, a limitirajući čimbenik prijama prve hrane je veličina usnog otvora.

Dabrowski i sur. (1983) i Kouřil i Hamačkova (1982) su utvrdili da je rast ličinkama i mladunaca bio brži pri hranidbi živim zooplanktonom prosječne veličine 0,52 mm nego 0,30 mm. Prema tome očito je da kolnjaci nisu s gledišta veličine esencijalna početna hrana za ličinke.

Dabrowski (1984) i Jirasek (1989) su utvrdili da se nedovoljna količina i neodgovarajuća hrana za ličinke šarana očituju niskim preživljavanjem, depresijom rasta, sporim razvojem probavnog sustava i poremećajem razvoja skeleta.

SPECIFIČNOSTI PROBAVE HRANE U LIČINKAMA ŠARANSKIH RIBA

Preživljavanje i rast ličinki u ranom razdoblju ovise o razvoju probavne funkcije. Prema morfološkoj građi i funkciji probavnog trakta na početku egzogene hranidbe Dabrowski (1984) je ličinke riba podijelio na 3 skupine. U prvu skupinu svrstao je ličinke riba iz skupine *Salmoniformes* (lososi) koje u početnom razdoblju ontogeneze imaju funkcionalni želudac i dobro razvijen probavni sustav koji omogućava iskorištavanje početne krmne smjese. U drugu skupinu spadaju ličinke bez potpuno razvijenog želuca i crijeva, te različite razine probavne i apsorpcijske funkcije. Ličinke šaranskih riba s nerazvijenim crijevom i hepatopankreasom svrstane su u 3. skupinu koja je s gledišta mogućnosti prelaska na suhu krmnu smjesu najproblematičnija. Kratko crijevo uvjetuje vremenski kratki prolaz hrane što ograničava vrijeme probave i apsorpciju hranjivih sastojaka. U morfološkom i fiziološkom pogledu probavni trakt šaranskih riba može se podijeliti na prednji (oko 65-70 % dužine crijeva), medijalni dio s dobro razvijenim stanicama za apsorpciju i pinocitoznim vrećicama te distalni dio, koji za apsorpciju hranjivih tvari nema osobitu važnost. Prednji dio crijeva je s gledišta apsorpcije hranjivih tvari najvažniji.

Apsorpcijski enterociti i peharaste mukozne stanice rjeđe su raspoređene na početku prijelaza na vanjsku hranidbu. U šaranskih riba probava se odvija tijekom cijele ontogeneze u alkalnim uvjetima.

Szalminska (1982) te Lauff i Hofer (1984) su ustanovili da je pH vrijednost intestinalnog trakta u ličinaka i mladunaca povoljna za aktivnost alkalne proteaze koja se od početka egzogene hranidbe postupno povećava. Hepatopankreas se na početku ličinačkog razvoja nalazi na niskom funkcionalnom stupnju, međutim u kratkom roku sekrecija enzima se brzo pojačava. S druge strane ličinke šaranskih i morskih riba sposobne su prilagoditi razinu sekrecije probavnih enzima količini i kakvoći primljene hrane. Utvrđeno je da ličinke riba iz porodice šaranki nastoje kompenzirati lošiju kakvoću hrane povećanom sekrecijom i aktivnošću enzima.

Szalminska (1982) je utvrdila da je aktivnost proteaze u ličinaka i mladunaca šarana, hranjenih dodatnom suhom hranom viša nego pri hranidbi prirodnom hranom. Unatoč pojačanom lučenju proteaze rast ličinaka i mladunaca je bio sporiji u usporedbi s hranidbom zooplanktonom. Navedeno istraživanje pokazuje da intenzivnija sekrecija i aktivnost probavnih enzima ne mora uvjetovati brži rast ličinki. U probavnom traktu šarana utvrđena je viša proteolitička aktivnost prilikom hranidbe umjetnom hranom u usporedbi sa živim zooplanktonom. To dokazuje da proteolitički enzimi nisu limitirajući čimbenik probave dodatnih suhih krmnih smjesa.

Neuspjeh pri prijelazu šaranskih riba na krmne smjese najjednostavnije se može objasniti nedostatkom probavnih endoenzima. Ova konstatacija proizlazi iz rezultata istraživanja Jančarika (1964) koji je utvrdio da ličinke šarana lošije iskorištavaju krmne smjese bez prirodne hrane i obilnih probavnih enzima. Navedenu tezu podržali su Dobrowski i Glogowski (1977) jer su ustanovili u crijevu ličinaka i mladunaca šarana nižu proteolitičku aktivnost nego u juvenilnih oblika. Navedeni problem pokušalo se riješiti dodatkom sintetskih enzima u hranu za ličinke, međutim učinak je bio neznatan.

Prema istraživanjima Boguta i sur. (1993) dodatak Polyzima, koji je sadržavao amilazu, proteazu, beta-glukanazu, beta-glukozidazu i celulazu

rezultirao je značajno boljim prirastom i hranidbenim koeficijentom u usporedbi s hranom koja je bila istog sastava, ali bez dodatka polizima. Međutim potrebno je naglasiti da je početna masa šaranskog mlađa iznosila 45 do 52 g·ind⁻¹.

Tumačenje učinka proteaza iz prirodne hrane na probavu hrane u ličinki razlikuje se, i povezuje se s aktivacijom zimogena i stimulacijom regulacijskih mehanizama probavnih procesa u ličinaka.

Iljina i sur. (1983); Iljina i Tureckij (1987 i 1988) su nakon više pokusa utvrdili da vanjski proteolitički enzimi nisu važni za probavu hrane i nisu uzrok problema prilikom prijelaza ličinaka na krmne smjese. Prema njihovom mišljenju šaranske ribe mogu hidrolizirati različite strukture bjelančevina u pojedinim etapama razvoja. Intenzivan rast u ranoj ontogenezi utvrđen je hranidbom velike količine peptida koji su sadržani u živom zooplanktonu. Peptidi bivaju hidrolizirani membranskim peptidazama u crijevnom epitelu. Ličinke šarana nemaju u početku egzogene hranidbe enzime za razgradnju visokomolekularnih bjelančevina. U ranim stadijima hidroliziraju se samo niskomolekularni bjelančevinasti supstrati. Navedena saznanja pokazuju da su niskomolekularni peptidi i slobodne aminokiseline esencijalni sastojci hrane za ličinke. Ekstra celularna proteolitička funkcija je dobro razvijena čim ličinka završi metamorfozu (Fyhn, 1989).

U šaranskih ličinaka i ličinaka drugih riba iz porodice *Cyprinidae* aktivacija tripsina, kimotripsina bitno se povećava povećanjem mase oko 20 mg što se kako navode Bryant i Matty (1981) podudara s vremenom prijelaza na dodatnu suhu krmnu smjesu.

U većine ribljih vrsta tijekom rane ontogeneze očituje se probavna i apsorpcijska funkcija u genetski programiranom slijedu. Promjena u enzimatskom sustavu ličinaka može biti reakcija na kakvoću primljene hrane. Za metamorfozu ličinaka važni su neki nutritivni čimbenici koji mogu inhibirati ili stimulirati učinak tireoidnih hormona. Endokrina funkcija tih hormona može u metamorfozi ličinaka imati za posljedicu: indukciju morfoloških promjena probavnog trakta i gušterače, stimuliranje obnove epitela, povećanje apsorpcijskog kapaciteta krmiva i ubrzanje rasta (Dabrowski i Culver 1991).

HRANIDBA LIČINAKA ŠARANA KRMNIM SMJESAMA U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Osnovne hranidbene i fiziološke potrebe ličinkama i mladunaca šarana razradio je Wind (1979). On je kao osnovu nutritivnih i fizioloških potreba uzeo kolnjake (*Rotatoria*) i nauplius ličinku *Artemia salina*. Teoretski nije teško izraditi takvu hranu, međutim prilikom provođenja u praksu javlja se niz problema. Takvo krmivo bi trebalo sadržavati 55-60 % bjelančevina, 12-15 % masti, 12-15 % pepela i 10-15 % ugljikohidrata. Unatoč tome prirodna hrana je uspješno zamijenjena samo kod riba iz skupine lososa, čije su ličinke znatno veće od ciprinidnih riba.

U početku je problem proizvodnje sitnih čestica krmnih smjesa (mrvica) bio tehničkog karaktera. Razlog je što ličinke šarana uzimaju samo 5 do 10 čestica hrane dnevno. Svaka čestica treba biti idealno homogenizirana u pogledu bjelančevina, masti, ugljikohidrata, vitamina, mikro i makroelementa. U usporedbi s veličinom *Rotatoria* i *Artemia*, čestice hrane bi trebale biti veličine 0,1 do 0,3 mm.

Limitirajući čimbenik prijama prve hrane za ličinke šarana je veličina usnog otvora. Na početku hranidbe iz vanjske sredine ličinke šarana mogu primiti čestice hrane veličine od 0,30 mm do 0,50 mm (Dabrowski i sur. (1983) Prilikom prijelaza na dodatnu hranu važno je da krupnoća čestica hrane odgovara uzrastu mladunaca odnosno veličini usta (Gamigin, 1987)

Charlon i Bergot (1984) navode da veličina čestica dodatne hrane u prvom tjednu treba iznositi 0,1 do 0,2 mm, u drugom tjednu 0,2 do 0,4 mm, a u trećem tjednu 0,4 do 0,6 mm. Uspoređujući prirast tjelesne mase i tjeđne vrijednosti uzgoja navedene na tablici 1 podudaraju se s preporukama koje navode Charlon i Bergot (1984).

Tablica 1. Veličina čestica hrane za ličinke i mladunce šarana ovisno o masi tijela

Table 1. Size of feed particles for larvae and young carp depending on body weight

Masa ličinkama i mladunaca u mg	Veličina čestica hrane mm
do 3	do 0,1
3-12	0,1-0,2
12-50	0,2-0,4
50-100	0,4-0,6
100-150	0,6-1,0
150-800	1,0-1,5
800-10000	1,5-2,5

Utvrđena je razlika u prikladnosti veličine žive hrane i čestica suhe hrane (Dabrowski i sur. (1983). Kouřil i Hamačkova (1982) su utvrdili da je rast šaranskih mladunaca bio brži pri hranidbi živim zooplanktonom prosječne veličine 0,52 mm nego 0,30 mm. Očito je da kolnjaci (*Rotatoria*) nisu s gledišta veličine esencijalna početna hrana za ličinke šarana. Nedovoljna količina hrane za ličinke šarana očituje se niskim preživljavanjem, depresijom rasta, sporim razvojem probavnog sustava i poremećajem razvoja skeleta.

Danas je moguće proizvesti hranu odgovarajuće veličine, ali tijekom procesa proizvodnje gube se bitne aminokiseline i vitamini. Stabilnost krmnih smjesa u vodi je dobra zahvaljujući modernoj tehnologiji proizvodnje. Unatoč tomu rezultati uzgoja ranih stadija nisu tako dobri kao kod hranidbe živom hranom. Razmatrajući navedenu problematiku Berka (1982) i Jirasek i Mareš (2001) navode još nekoliko razlika između industrijski pripremljene hrane i zooplanktona.

Tablica 2. Razlike između živog zooplanktona i krmnih smjesa

Table 2. Differences between living zooplankton and feed mixtures

Zooplankton	Industrijski pripremljena krmna smjesa
Sadržaj vode 85-95 %	Sadrži 8-10 %
Pokreće se aktivno	Pokreće se pasivno
100 % stabilan u vodi	Ograničena stabilnost
Mogućnost deformacije prilikom probave	Fiksna tvar
Hranjive tvari pogodne za probavu	Ograničena biodostupnost hranjivih tvari

Kretanje hrane u vodi je važan čimbenik naročito kod riba koje reagiraju na plijen. Mogućnost deformacije žive hrane je također vrlo važan čimbenik prilikom hranidbe ličinaka, jer omogućava veću konzumaciju nego čestica gotove hrane. Sadržaj vode u hrani je također bitan. Važan problem je onečišćenje vode prilikom hranidbe ličinaka gotovim krmnim smjesama, jer se primjenjuje jednaka gustoća krmnih čestica na 1 litru vode, kao i broj jedinki kolnjaka. Veličina i obujam hrane su prilično ujednačeni pa se postiže tražena gustoća hrane, međutim sadržaj suhe tvari u industrijski pripremljenoj hrani je 10 puta veći iz čega logično slijedi znatno veće zagađenje vode.

Osim veličine ličinaka Limborgh (1979) navodi više čimbenika koji utječu na zagađenje vode. Da bi se hrana potpunije iskoristila potrebno je hranidbu prilagoditi: nasadu, obliku uzgojnih bazena, brzina protoka, uskladištenju i kakvoći hrane.

Kriteriji za ocjenu kakvoće hrane su: stabilnost u vodi, specifična masa, veličina čestica, boja, okus i oblik, te dodatne tvari koje stimuliraju primanje dodatne hrane. Stabilnost u vodi je vrlo važna, ali isto tako je važna rehidracijska osobina.

Pokretljivost hrane je također važna, što se može postići odgovarajućim miješanjem vode (turbulencijom). Dodatak organoleptičkih tvari ima pozitivan kemotaktičan učinak koji ličinkama omogućava lokalizaciju i prepoznavanje hrane, navodi Mayers (1979)

Za lokalizaciju hrane važnu ulogu ima boja hrane. Berker i Bryant (1961) su testirali utjecaj boje na uzimanje hrane. Ponuđena hrana šaranskim ličinkama obojena je s tri prehranbene boje: crvenom, zelenom i plavom. Svaka posuda je bila obojena kao i hrana. Zelena boja se pokazala kao najbolja bez obzira na obojenost pozadine. Usklađenost boje posude i krmiva poboljšala je rezultate, pa je zelena hrana u zelenoj posudi dala najbolji, a crvena najlošiji rezultat.

Bogut i sur. (2001) su ispitivali utjecaj dodatka različitih aroma (vanilije, jagode, komorača, karamela, jabuke i frutija) na lokalizaciju i brzinu konzumiranja hrane. Šaranski mlađ je značajno brže lokalizirao i konzumirao hranu u koju je dodana aroma jabuke. Mišljenja smo da je u navedenom pokusu dodavana znatno veća količina arome od potrebne količine.

Poznato je, kako navodi Bogut (2005), da stanice mirisnog epitela šarana reagiraju na niske koncentracije mirisnih tvari otopljenih u vodi, što je vrlo važno za pronalaženje hrane na veće udaljenosti. Riba najbolje osjećaju miris u tekućoj vodi ili prilikom plivanja. Hranidbenim pokusima u zadnjih 30 godina utvrđen je niz prirodnih tvari koje ribe brzo pronalaze osjetom mirisa. To su prvenstveno amini, amidi, alkoholi, nukleotidi, saharidi, lipidi, masne kiseline s dugim lancem, vitamin B₁₂ i mliječna kiselina. Ustanovljeno je da nikakve prirodne i umjetne arome ne izazivaju njušnu reakciju kao aminokiseline, djelujući na ribe kao kemijski medijator na daljinu. Njušnu osjetljivost moguće je povećati vježbom jer kod riba postoji dugo pamćenje kemijskih tvari. Zbog navedene činjenice ribe se ubrajaju u dobre bioindikatore mikro onečišćenja u vodi. Osim za traženje hrane ribe njih koriste i za formiranje ribljeg jata, upozorenje na predatore, pronalaženje jedinki suprotnog spola prilikom mrijesta i za vrijeme migracija.

Anwald i sur. (1976) ispitivali su više krmnih smjesa (KBF₂, KBF₃, KBF₁, SU₃, SU₄) i pastvsku početnu krmnu smjesu tvrtke «Clark». Nakon početne hranidbe prirodnom hranom i jednodnevnim prijelazom na gotovu hranu postigli su zapažene rezultate u preživljavanju i porastu. Uzgoj ličinaka trajao je 19 dana. Autori su istraživali i mogućnost dodavanja enzima u hranu i ustanovili da njihova aplikacija daje dobre rezultate.

Albrecht i sur. (1977) su ispitivali gotovu hranu tvrtke «Clark» i ustanovili da je nepogodna za hranidbu ličinaka šarana. Pokusi su provedeni u akvarijima i koritima. Gustoća nasada je iznosila 15600 kom·m⁻³. Prijelaz s prirodne na gotovu hranu u akvarijima bio je za 6-14 dana, a u koritima nakon 16-21 dan uzgoja. Suha hrana je aplicirana u intervalima od pola sata, 12 sati dnevno. Pokusi su trajali 50 dana. Najbolji rezultati prirasta bili su u skupini koja je s 21 dan prešla na gotovu hranu, a iznosio je 250 mg uz preživljavanje od 46 %, a najlošiji prelaskom trećeg dana na krmnu smjesu, gdje je prirast iznosio svega 24 mg, a gubici su bili 96 %.

Jirasek (1976) je testirao prirodnu i dodatnu hranu u različitim kombinacijama. Do sedam dana starosti ličinke je hranio emulzijom kuhanog žumanjka i prirodnom hranom, a nakon toga liofiliziranom hranom životinjskog podrijetla i

prirodnom hranom. Istraživanjem je utvrđeno da se dodatna hrana brzo otapa i razgrađuje te izaziva nedostatak kisika, pogoršava higijenske uvjete i pogoduje razvoju bakterijskih i gljivičnih bolesti. Također je utvrđeno da mali dodatak prirodne hrane povoljno djeluje na rast ličinkama. Potpuna krmna smjesa upotrijebljena je pri masi ličinkama od 30 mg. Ličinke hranjene prirodnom i dodatnom hranom imale su gubitke od 15 %, a industrijski pripremljenom krmnom smjesom preko 90 %.

Godine 1976. tvrtka Ewos proizvela je krmnu smjesu C-10 Larvastart. Proizvođač preporuča gustoću nasada šaranskih ličinkama 150 do 300 po 1 litri vode uz stalni protok. Preporučuje se dubina vode 80 cm, temperatura 25 °C, koncentracija kisika 8 mg/l i pH oko 7. Drugi dan nakon valjenja ličinke šarana počinju se hraniti pomoću automatskih hranilica 4 puta na sat tijekom 15 sati dnevno. Početna krmna smjesa Ewos sadrži 58 % bjelancevina, 4,5 % masti, 10 % pepela, 9 % vlage, 18 % ugljikohidrata i 0,5 % vlaknine. Tvrtka Ewos testirala je hranu C-10 hraneći ličinke šarana i uspoređivala s hranidbom ličinkama nauplijima Artemije. Dužinski prirast ličinkama koje su hranjene granulama bio je viši nego onih hranjenih Artemijom.

Krmnu smjesu Ewos testirao je i Dimitrov (1980). On je ličinke šarana uzgajao u inkubacijskim aparatima u gustoći 25 kom·l⁻¹. Autor navodi da se krmna smjesa Ewos može uspješno primijeniti u hranidbi šaranskih ličinkama od 10 dana starosti iako je prirast bio za oko 25 mg·kom⁻¹ manji nego kod hranidbe Artemijom.

Szlaminska (1987) je također testirala krmivo Ewos na ličinkama šarana iz istog turnusa, ali na 4 različite lokacije. Najlošiji prirast utvrđen je kod ličinkama koje su od početka hranjene krmnom smjesom što upućuje da početna krmna smjesa u potpunosti ne omogućava iskorištavanje potencijala rasta ličinkama šarana. Ličinke hranjene zooplanktonom imale su najbolji prirast i najmanju smrtnost. Autor preporuča navedenu krmnu smjesu tek nakon 14 dana hranidbe zooplanktonom.

Kouril i Hamačkova (1982) također su testirali krmnu smjesu Ewos C-10, a dobivene rezultate uspoređivali s prirastom ostvarenim hranidbom zooplanktonom. Gustoća nasada bila je 25 ličinki šarana u 1 litri vode. U prvih 14 dana praćen je utjecaj hranidbe na preživljavanje, komadnu masu, hra-

nidbeni koeficijent, zdravstveno stanje i ostale pokazatelje. Skupina ličinki hranjena isključivo s Ewos C-10 imala je preživljavanje 26, 3%, a prosječna individualna masa iznosila je 4,96 mg. Bolji rezultati prirasta su postignuti hranidbom Ewos početnom krmnom smjesom i zooplanktonom. Međutim najveću tjelesnu masu i preživljavanje postigle su ličinke koje su cijelo vrijeme pokusa hranjene isključivo zooplanktonom.

Kainz (1974) je hranio ličinke Trouvitom 00 u akvarijima od 200 l. Gustoća nasada u svakom akvariju bila je ista i iznosila je 300 komada. Dnevni obrok je iznosio 10 mg po jednoj ličinki. Uzgoj je trajao 8 dana, a rezultati prirasta i preživljavanja bili su dosta loši. Nakon 8 dana ličinke su uzgajane u akvarijima od 5 l. U svaki akvarij je nasadeno 25 ličinki. Ličinke su hranjene Trouvitom 00, Ewosom F-18, Alevon, kombinacijom pojedinih krmiva i zooplanktonom. Najbolji prirast i najmanji gubici bili su u skupini koja je hranjena prirodnom hranom. Skupine šarana hranjene gotovom hranom imale su visoke gubitke i nizak prirast.

Veliki broj gotovih krmiva testirali su Grundiewski i sur. (1979). Ličinke su uzgajane u akvarijima zapremine 15 litara, a pukus je trajao 25 dana. Autori su izvršili biokemijsku analizu i utvrdili visoku hranidbenu vrijednost gotovih krmiva u usporedbi s prirodnom hranom, ali rezultati su s praktičnog gledišta bili negativni. U pokusu je korišteno 10 krmiva čiji se sastav temeljio na liofiliziranom mišićnom tkivu šarana, prirodnoj hrani, uljima biljnog i životinjskog podrijetla, glukozi, ličinkama dudovog svilca i ribljem brašnu. Aminokiselinski sastav u krmivima bio je usklađen s potrebama šaranskih ličinki. Međutim izgleda da je odnos aminokiselina i masnih kiselina u gotovim krmivima različit u usporedbi s prirodnom hranom. Preživljavanje ličinkama bilo je najbolje u skupini koja je hranjena liofiliziranim zooplanktonom. Međutim prirast je kod svih 10 krmiva bio slab.

Dabrovska i sur. (1979) su testirali hranidbu ličinki šarana uz dodatak probavnih enzima iz hepatopankreasa i crijeva riba. Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da su rast i preživljavanje ličinki bili bolji nego u predhodnim pokusima, ali ne toliko dobri kao hranidbom prirodnom hranom. Nakon 16 dana uzgoja ličinke su postigle prirast 7 do 10 mg uz preživljavanje 22 do 44 %.

Kainz i Gollmann (1980) su u akvarije od 15 litara nasadili ličinke šarana u gustoći od 200 kom po 1 akvariju. Pokus je trajao 6 tjedana. Ličinke su hranjene krmnom smjesom Ewos i duboko smrznutim i živim zooplanktonom. Ličinke su dobro uzimale sve tri vrste hrane, ali najintenzivnije zooplankton. Smrtnost kod skupine hranjene Ewosom bila je 40%, odnosno 10% manja nego u skupini koja je hranjena smrznutim zooplanktonom. Najmanja smrtnost utvrđena je kod skupine hranjene živim zooplanktonom. Krmivo Ewos C-10 pokazalo se neprikladnim sa stanovišta preživljavanja i kondicije ličinki.

Dabrovski i sur. (1978) ukazuju na visoku hranjivu vrijednost i povoljan aminokiselinski sastav pivskog kvasca. U kombinaciji s drugim krmivima pivski kvasac je imao povoljne učinke u hranidbi mladunaca šarana. Najbolji prirast postignut je kombinacijom pivskog kvasca kome je dodan goveđi tripsin.

Appelbaum i Dor (1978) ispitivali su utjecaj pivskog kvasca u jednom i prirodne hrane u drugom pokusu na rast i preživljavanje šaranskih ličinaka. U bazene zapremine 600 l nasađeno je 50000 ličinaka. Protok vode bio je $4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, a temperatura vode od 24 do 26 °C. U pokusnoj skupini ličinke su hranjene kvascem sedam puta dnevno. Prva tri dana dnevni obrok iznosio je 15 g. Svakog narednog dana obrok je povećavan, ovisno o temperaturi vode i prirastu. Na kraju desetog dana dnevni obrok je iznosio 40 g, a veličina čestica hrane 0,75 mm. U kontrolnoj skupini ličinke su hranjene prirodnom hranom i žumanjkom. U obje skupine preživljavanje je bilo podjednako. Dužina ličinaka hranjenih pivskim kvascem iznosila je 10,37 mm, a u kontrolnoj skupini 9,2 mm.

Debeljak i Fašaić (1980) naglašavaju da je hranidba šaranskih ličinaka i mladunaca suhim pivskim kvascem do mjesec dana starosti, u količini od 25%, dala zapažene rezultate. Dužina šaranskih mladunaca na kraju uzgoja koji je trajao 30 dana bila je 15%, a masa 57% veća nego u kontrolnoj skupini hranjenoj prirodnom hranom u kojoj su dominirale rotatorije i početna krmna smjesa. Smrtnost je u pokusnoj skupini bila oko 50% veća nego u kontroli.

Hranidbom šaranskih ličinaka suhim pivskim kvascem u proizvodnim uvjetima utvrđen je značajno bolji prirast i niži hranidbeni koeficijent. Ličinke i

mladunci hranjeni pivskim kvascem za 25 dana uzgoja ostvarili su ukupnu proizvodnju od $1557 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ što je $220 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ više nego u kontrolnoj skupini hranjenoj početnom krmnom smjesom tvrtke «Boha». Prosječna individualna masa mladunaca u skupini hranjenoj pivskim kvascem iznosila je 1315 mg, a u skupini hranjenoj početnom krmnom smjesom Boha bila je 225 mg manja (Bogut, 1989).

Osim hrane ličinkama i mladuncima u kontroliranim uvjetima uzgoja potrebno je osigurati odgovarajuće uzgojne objekte i fizikalno-kemijske parametre vode Kolman (2003), Reisner (2003), Stupka (2003) i Jirasek (2004).

RASPRAVA

Prilikom uzgoja ličinaka šarana u akvarijima i koritima testirano je više krmnih smjesa. Rezultati uzgoja su dosta šaroliki, a metode pokusa su bile različite. Šarolikost rezultata i primjena različitih metoda onemogućava donošenje jedinstvenog zaključka, jer pojedini su autori koristili različite veličine dnevnog obroka i u različitim vremenskim intervalima, pri različitim temperaturama i protoku vode. Veličina uzgojnih bazena, te gustoća nasada bili su različiti. Navedeni pokazatelji značajno utječu na rezultate provedenih pokusa.

Na rezultate uzgoja značajno utječe kakvoća hrane, u prvom redu kemijski sastav, a zatim veličina čestica, boja, stabilnost u vodi i pokretljivost. Tako Berker i Bryant (1961) smatraju boju hrane jednim od važnijih čimbenika dok Appelbaum (1978) optičku stimulaciju smatra nevažnom. Općenito se može zaključiti da uzimanje pasivnih hranidbenih čestica ne predstavlja problem za ličinke i mladunce šarana.

Prema provedenim istraživanjima utvrđen je cijeli spektar različitih hrana, ali rezultati nisu obećavajući. Anwald i sur. (1976) smatraju krmivo tvrtke «Clark» pogodnim za hranidbu ličinaka i mladunaca, ali nakon predhodne hranidbe živim zooplanktonom, dok Albrecht i sur. (1977) početnom krmnom smjesom tvrtke Clark smatraju neprikladnim.

Prihvatljivi su rezultati hranidbe ličinaka i mladunaca koje su proveli Appelbaum (1977) i Appelbaum i Dor (1978) sušenim kvascem iako ni njihovi rezultati nisu na razini hranidbe zooplanktonom.

Izuzetno dobre rezultate su dobili Debeljak i Fašajić (1980). Oni su ličinke i mladunce šarana hranili Trouwitom i suhim pivskim kvascem. Nakon 30 dana uzgoja preživljavanje je bilo 100 %, kod hranidbe suhim pivskim kvascem, a 28 do 44 % kod hranidbe Trouwitom. Za razliku od Debeljak i Fašajić (1980), testiranje Trouwit hrane u istraživanjima Kainz (1974) nije dalo zadovoljavajuće rezultate. Visok prirast i dobro preživljavanje ličinki i mladunaca šarana utvrdili su Dementjev (1980) i Ostroumova i sur. (1980). Za 13 dana uzgoja ličinke su postigle individualnu masu od 129 do 132 mg, a preživljavanje je bilo 50 do 62 %. Uzgoj se odvijao u toploj vodi, a ličinke su hranjene krmivom EKVIZO.

Teško je dati točno objašnjenje zašto ličinke šarana imaju slab prirast i visoku smrtnost ako se nakon resorpcije žumanjčane vrećice hrane industrijskim krmnim smjesama. U početku se smatralo da crijevna sluznica ličinaka šarana ne izlučuje probavne enzime pa Anwald i sur. (1976) smatraju da bi se rezultati poboljšali dodatkom enzima u hranu. Dabrovski i sur. (1978) su utvrdili da egzogeni proteolitički enzimi mogu imati važnu ulogu u probavi hrane pa je primjena tripsina rezultirala većim preživljavanjem. Međutim Dabrowska i sur. (1979) dodatkom enzima u hranu nisu dobili bolje rezultate prirasta i preživljavanja. Watanabe i Kiron (1994) ističu da je probavni sustav ličinaka šarana fiziološki nefunkcionalan i upućuju na važnost egzoenzima koji se nalaze u prirodnoj hrani. Ličinke slatkovodnih i morskih riba imaju različitu početnu masu i na različitom su stupnju razvoja probavnog sustava, ali nutritivni zahtjevi su slični jer mogu rasti na istoj živoj hrani. (*Artemia salina* i *Rotatoria*). U

raspoloživoj literaturi do sada nije utvrđeno razlikuju li se ličinke šarana prema potrebi hranjivih tvari od ličinaka drugih vrsta riba.

Prema dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da su potrebe ličinaka pojedinih ribljih vrsta za esencijalnim tvarima vrlo slične što se tumači dobrim rastom na prirodnoj hrani. Pri sastavljanju početne krmne smjese za ličinke šarana potreba za esencijalnim hranjivim tvarima izvodi se iz biokemijskog sastava prirodne hrane.

Bogut i sur. (2005. i 2005a) su istraživali sadržaj osnovnih hranjivih tvari (ugljikohidrata, bjelančevina, masti i minerala) te aminokiselinski i masnokiselinski sastav u hironomidama i kladocernom račiću *Daphnia magna*. Uspoređujući potrebe i sadržaj esencijalnih aminokiselina i masnih kiselina vidljivo je da su oba navedena zooplanktonska organizma gotovo idealna za hranidbu šaranskih mladunaca.

Utvrđeno je da su za hranidbu šaranskih ličinaka i mladunaca vrlo važne slobodne aminokiseline jer ličinke šarana imaju nisku probavnu i apsorpcijsku sposobnost iskorištavanja nativnog izvora bjelančevina, obilno zastupljenih u pojedinim krmivima.

Specifičnost šaranskih ličinaka nije samo visoka potreba za bjelančevinama nego izvor i oblik u kojem se nalaze. *Rotatoria* sadrži 70 do 80 % u vodi topljivih bjelančevinastih spojeva, od toga peptidi čine 26 do 40 %, a slobodne aminokiseline 3 do 7 %. Zbog toga se preporučuje dodavanje sintetičkih aminokiselina u hranu. (Bogut i sur. 2000).

Tablica 3. Kemijski sastav živih oblika i suhe tvari *Chironomus plumosus* (% suhe tvari)

Table 3. Chemical composition of live forms and dry matter *Chironomus plumosus* (% Dry matter)

Sastojak -Component	<i>Chironomus plumosus</i>	<i>Daphnia magna</i>
Suha tvar - Dry matter	90,5	90,4
Sirove bjelančevine - Crude protein	55,7	39,3
Sirova mast - Crude fat	9,7	4,9
S. vlaknina - Crude fibre	-	4,3
NET - N free extract	16,9	4,3
Pepeo - Crude ash	8,23	27,9

Tablica 4. Aminokiselinski sastav živih oblika i suhe tvari *Daphnia magna* i *Chironomus plumosus* i potrebe karnivornih i omnivornih riba u % suhe tvari**Table 4. Amino acid composition of live forms and dry matter *Daphnia magna* and *Chironomus plumosus* and carnivorous and omnivorous fishes requirements in dry matter %**

Aminokiselina Amino acid	Potrebe omnivornih riba u % suhe tvari Omnivorous fish requirements in dry matter %	Potrebe karnivornih riba u % suhe tvari Carnivorous fish requirements in dry matter %	<i>Daphnia magna</i>	<i>Chironomus plumosus</i>
Arginin	1,1	2,2	1,96	2,11
Histidin	0,8	0,95	0,86	1,02
Izoleucin	0,9	1,46	1,76	1,98
Leucin	1,3	2,40	2,66	2,48
Valin	1,4	1,73	1,59	1,98
Lizin	2,2	2,66	2,36	2,48
Fenilalanin	2,5	1,51	1,96	2,76
Metionin	1,2	1,00	1,23	2,18
Treonin	1,5	1,67	1,56	2,01
Triptofan	0,3	0,31	0,93	1,38

Grudniewski i sur. (1979) i Pap i sur. (1995) smatraju da su negativni rezultati uzgoja šaranskih ličinaka i mladunaca uvjetovani nepovoljnim omjerom aminokiselina i masnih kiselina i vitamina u industrijski pripremljenim početnim krmnim smjesama u usporedbi s istim hranjivim tvarima u živom zooplanktonu. Sličnog je razmišljanja i Dabrowska i sur (1979). Oni smatraju da hranjive tvari u umjetnoj hrani nisu dobro ukomponirane te da se nedostatkom mnogostruko nezasićenih masnih kiselina povećava smrtnost, a usporava metamorfoza ličinaka.

Za razliku od morskih i hladnovodnih riba ličinke ciprinidnih riba nemaju visoke potrebe za masnim kiselinama omega-3, dok su potrebe za masnim kiselinama omega-6 znatno više. Csengeri i sur, (1978) Csengeri (1993), Takeuchi (1993), Steffens (1993) i Radunz-Neto (1996) navode da su potrebe ličinaka šarana 0,05 do 0,10 % za masnim kiselinama omega-3. Međutim potrebe za masnim kiselinama omega-6 kreću se oko 1 % suhe hrane. Ti autori navode da mladunci šarana raspolažu enzimatskim sustavom koji omogućava elongaciju linolne u linolensku masnu kiselinu.

Rješenje problema izrade početne krmne smjese za ličinke i mladunce šarana ne nalazi se u dodavanju enzima, nego bjelančevina u petpidnom

obliku i slobodnih aminokiselina ili njihovoj kombinaciji, ali u prirodnom obliku. Također se navodi da u krmivima nije istražen sadržaj masnih kiselina i potrebe ličinaka za masnim kiselinama. Bogut i sur. (2005, 2005a) navode da je odnos masnih kiselina omega-3 i omega-6 u ličinkama *Chironomus plumosus* 1,39:1, a u kladocernom račiću *Daphnia magna* 5,68:1. Levens i sur. (1989) iznose da se na sastav masnih kiselina u planktonskom račiću *Artemia salina* može utjecati.

Huisman (1979) je upozorio na važnost veličine dnevnog obroka. Ako se ličinke nedovoljno hrane smanjuje se potencijal rasta, a povećava se predispozicija za bolesti i fizičke defekte. Taj autor navodi da su ličinke hranjene umjetnom hranom imale zadovoljavajući prirast kada je dnevni obrok iznosio 15 do 17, 5% od tjelesne težine. Dnevni obrok od 50 % tjelesne mase, navodi Anwald (1976), bio je prevelik, što je rezultiralo onečišćenjem vode.

Na osnovi provedenih rezultata utvrđena je neophodnost hranidbe zooplanktonom, ali nije utvrđen težinski limit za prijelaz na krmnu smjesu. Bryant i Matty (1981) smatraju da se ličinke mogu uspješno uzgajati na umjetnoj hrani nakon mase od 15 mg, dok Jirasek, (1976) smatra da je neophodna tjelesna masa preko 30 mg.

Tablica 5. Sastav masnih kiselina u mastima *Chironomus plumosus* (% od ukupnih masti)

Table 5. Amino acid composition in fat of *Chironomus plumosus* (% of total fat)

Masna kiselina - Fatty acid	%
Miristinska, 12:0	1,17
Palmitinska, 16:0	19,43
Arahinska, 20:0	0,21
Ukupno zasićenih - Total saturated	26,12
Palmitoleinska, 16:1	7,24
Oleinska, 18:1	21,51
Eikozenska, 20:1	0,41
Neuronska, 24:1	1,26
Ukupno mononezasićenih Total monounsaturated	30,42
Linolna, 18:2 ω 6	13,76
Eikodienska, 20:2 ω 6	0,88
Arahidonska, 24:4 ω 6	4,17
Ukupno - Total ω 6	18,81
Linolenska, 18:3 ω 3	7,21
Eikopentaenska, 20:5 ω 3	4,36
Dokopentaenska, 22:5 ω 3	1,16
Dokoheksaenska, 22:6 ω 3	2,49
Ukupno - Total ω 3	15,22
Ukupno ostale - Total all	9,43
Omega 3:omega 6	0,81

Prema Ostroumovoj i sur. (1980) kod ličinki do 10 mg probavni trakt nije dobro razvijen. Aktivnost crijevnih proteaza je veoma slaba, a gušterača nije potpuno formirana. Kod ličinki mase od 50 do 60 mg sadržaj proteolitičkih enzima u crijevu je nekoliko puta povećan, što je rezultat aktivnosti gušterače. Pokusima je utvrđeno da je enzimatska aktivnost iz nauplija Artemie i Rotatoria 2 do 3 puta veća nego enzimatska aktivnost sluznice crijeva šarana.

Do sada utvrđeni rezultati upućuju da će za izradu potpunih i uravnoteženih krmnih smjesa za ličinke šarana biti potrebno tražiti nova rješenja.

Zahvala. Prilikom prikupljanja podataka iz literature, nabavke hrane i izvođenja pokusa financijski nam je pomogao Odjel za poljoprivredu i gospodarstvo Osječko-baranjske županije. Projekat USB RIFSH No 6007665809.

LITERATURA

- Albrecht, M. (1977): Versuche zur Aufzucht von Karpfenbrut mit Trockenmischfutter. Z. Binnenfisch. DDR, 24(11): 331-335.
- Anwald, K., R. Mende, W. Schlumpberger, M. Hilensbrand, H. Liebenau (1976): Ergebnisse der Entwicklung und Erprobung von Trockenmischfuttermitteln für die Industriemässige Aufzucht von Karpfenbrut in Warmwasseranlagen. Z. Binnenfisch. DDR 23 (7), 194-215.
- Appelbaum, S. (1977): Geeigneter Ersatz für Lebendnahrung von Karpfenbrut. Arch. Fisch. Wiss. 28, 31-43.
- Appelbaum, S., U. Dor (1978): Ten day experimental nursing of carp larvae with dry feed. Bamidgeh 30, 85-88.
- Bailery, K. M., E. D. Houde (1989): Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. Adv. Mar. Biol. 25, 1-83.
- Balon, E. K. (1975): Terminology of intervals in fish development. J. Fish. Res. Board Can. 32, 1663-1675.
- Berka, R. (1982): Odkrm ranych stadii kapra umelymi krmivy. Buletin VÚRH Vodňany 1, 42-52.
- Berker, A., P. Bryant (1961): Make it appetising colour in green. Fish Farmer 4, 20-21.
- Bogut, I. (1989): Podrašćivanje ličnika šarana (*Cyprinus carpio* L.) pivskim kvascem u proizvodnim uvjetima. Sveučilište u Osijeku, RO Biotehničko znanstveno nastavni centar, OOUR Poljoprivredni fakultet Osijek, Magistarski rad 1-130.
- Bogut, I., I. Stević, A. Opačak (1991): Possibility of imported starters by yeast in nutrition of larvae and fingerlings carp (*Cyprinus carpio*). Krmiva 33, 85-90.
- Bogut, I., A. Opačak, I. Stević (1993): Effects of Food additive Polizym to Growth of Young Carp. Aqaculture 129, 6-9 September, Budapest.
- Bogut, I., A. Opačak, I. Stević, Č. Bogdanić (1994): Utjecaj dodatka Polizyma u hrani na rast šaranskog mlađa (*Cyprinus carpio*). Ribarstvo 52, 65-74.

13. Bogut, I., I. Adamkova, D. Novoselić, Ž. Bukvić, Z. Milaković, D. Kralik (2000): Influence of lysine on weight gain of carp fry (*Cyprinus carpio*) i cage and fishpond farming. Czech Journal of Animal Science 45, 179-184.
14. Bogut, I., T. Rastija, Jasna Radaković, Katica Caneckí, I. Biuklija (2001): Influence of feed different flavour supplements on carp fry yield (*Cyprinus carpio*) and feed speed consumption. Krmiva 43, 119-124.
15. Bogut, I. (2005): Anatomija i fiziologija riba. U Ribarstvo i zaštita voda (u tisku). Poljoprivredni fakultet Osijek, Veterinarski fakultet Zagreb, Agronomski fakultet Mostar, University of South Bohemia České Budejovice, Fakultty of Agriculture Gödöllő. 1-114.
16. Bryant, P. L., A. J. Matty (1981): Adaptation of carp larvae to artificial diets. I. Optimum feeding rate and adaptation age for a commercial diet. Aquaculture 23, 275-286.
17. Charlton, N., P. Bergot (1984): Rearing system for feeding fish larvae on dry diets. Trial with carp larvae. Aquaculture 41, 1-9.
18. Csengeri, I., T. Farkas, F. Majoros, J. Olah, M. Szalay (1978): Effect of feeds on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). A. Hungarica 1, 24-34.
19. Csengeri, I. (1993): Dietary effects in the fatty acid metabolism of common carp. Workshop on the fatty acid metabolism in the carp, Summary, 6-9 September 1993, Budapest
20. Dabrowska, H., C. Grudniewski, K. Dabrowski (1979): Artificial diets for common carp: effect of the addition of enzyme extracts. Prog. Fish Cult. 41, 196-200.
21. Dabrowski, K., J. Glogowski (1977): Studies on the role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish. Hydrobiologia, 54, 129-134.
22. Dabrowski, K., H. Dabrowska, C. Grudniewski (1978): A study of the feeding of common carp larvae with artificial food. Aquaculture, 13, 257-264.
23. Dabrowski, K., R. Bardega, R. Prezedwojski (1983): Dry diet formulation study with common carp larvae. Zeitsch. Tierphysiol. Tierernährung und Futtermittelkunde 50, 40-52.
24. Dabrowski, K. (1984): Influence of initial weight during the change from live to compound feed on the survival and growth of cyprinids. Aquaculture 40, 27-41.
25. Dabrowski, K., D. Culver (1991): The physiology of larval fish. Digestive tract and formulation of starter diets. Aquaculture Magazine, 3-4, 49-61.
26. Debeljak, Lj., K. Fašaić (1980): Suhi pivski kvasac u ishrani mladunaca šarana. Rib. Jug. 5, 97-101.
27. Dementjev, M. (1980): Novije starterovije kombi-korma. Rybov i Rybolov 2, 1-10.
28. Dimitrov, M. (1980): Eksperimentalno hranene na šaranovi ličinki v ribolupelni 5 BS staretni granul C-10 EWOS Larvastart. Rib. Stopan. 5, 16-19.
29. Fiala, J., P. Spurný (2001): Intensive rearing of the common barbel (*Barbus barbus* L.) larvae using dry starter feeds and natural diet under controlled conditions. Czech J. Anim. Sci. 46, 320-326.
30. Fyhn, H. J. (1988): First feeding of marine fish larvae: Are free amino acids the source of energy. Aquaculture 80, 111-120.
31. Gamigin, E. A. (1987): Korma i kormlenie ribi. Obzornaja informacija 1, 1-82.
32. Groza, T. (1984): Utjecaj hrane na razvoj crijeva ljuskavog šarana (*Cyprinus carpio* L.) u uvjetima ribnjaka i otvorenih voda. Rib. Jug. 39, 95-97.
33. Grudniewski, C., K. Dabrowski, H. Dabrowska (1979): Proba podchow wylegu kapra z zastosowaniem sztucznej paszi. Roczn. Nauk. Pol. 3, 105-123.
34. Hamáčková, J., P. Lepič, J. Kouřil (2003): Schéma objektu pro chov ryb v kontrolovaných podmínkách prostředí. Bulletin VÚRH Vodňany 39, 17-21.
35. Huisman, E. A. (1979): The culture of grass carp (*Ctenopharingodon idella*) under artificial conditions. u Halver-Tiewes: Finfish Nutrition and Fishfeed Technology. Berlin vol. I, 491-500.
36. Iljina, I. D. (1983): Vozrastnyje izmenenija aktivnosti piščevaritělnych proteolitěskich fermentov v rannem ontogeneze karpovych ryb. In: Vopr. Fiziol. I kormlenija ryb. Sbor.nauč.tr. Gosniorch, Leningrad, 194, 81-88.
37. Iljina, I. D., V. I. Tureckij (1987): Razvitja piščevarietělnji funkcija v riba. Vopr. Ichtiol. 5, 835-843.
38. Iljina, I. D., V. I. Tureckij (1988): Fiziobiologochimičeskije predposylki vvedenija belkovych gidrolizatov v startovye kombikorma dilja ryb. Vopr. Ichtiol. 28, 828-836.
39. Jančarik, A. (1964): Die Verdauung der Hauptnaehrstoff beim Karpfen. Z. Fischerei 12, 601-684.
40. Jirásek, J. (1976): Možnosti počatečnho odkrmu kapriho plūdku nahradnimi krmivy. Živočiš. Vyroba 21, 871-879.
41. Jirásek, J., J. Mareš (2001): Nutrition and Feeding of Early Developmental Stages of Cyprinids. Bulletin VÚRH Vodňany 37, 23-38.

42. Jirásek, J., J. Mareš (2001): Nutrition and Feeding of Early Developmental Stages of Cyprinids - II. Buletin VÚRH Vodňany 37, 60-75.
43. Jirásek, J., J. Mareš, R. Kopp (2004): Presumption for successful culture of early stages carp under controlled condition. VII Czech ichthyological conference Vodňany 6-7. 5. 2004, 229-233.
44. Kainz, E. (1974): Fütterungsversuch mit Karpfenbrut. Oster. Fisch. 2-4, 21-34.
45. Kainz, E., H. P. Gollmann (1980): Versuche zur Anfütterung der Brut von Karpfen und Graskarpfen mit Trockenfutter. Österr. Fischer. 33, 65-73.
46. Kolman, R. (2003): Produkce zarybnovacího materialu v systémech s recirkulací vody. Bulletin VÚRH Vodňany 39, 60-68.
47. Kouřil, J., J. Hamáčková (1982): Odkrm raného plůdku kapra ve žlabech. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Vodňany, Edice metodik č. 3, 1-15.
48. Lauff, M., R. Hofer (1984): Development of proteolytic enzymes in fish and the importance of dietary enzymes. Aquaculture 37, 336-346.
49. Lavens, P., P. Ieger, P. Sorgeloos (1989): Manipulation of the fatty acid profile in *Artemia* offspring produced in intensive culture systems. European Aquaculture Society. 731-739.
50. Lepičová, A., Z. Adámek, P. Kozák, J. Hamáčková, P. Lepič (2004): Determination of gut passage time in dace larvae (*Leuciscus leuciscus*) under laboratory conditions. VII Czech ichthyological conference Vodňany 6-7. 5. 2004, 84-87.
51. Limborgh, C. L. (1979): Industrial production of ready to use feed for mass of fish larvae. U Halver-Tiews: Finfish Nutrition and Fishfeed Technology. Berlin vol. II, 3-11.
52. Mayers, S. P. (1979): Formulation of water-stable diets for larval fish. U Halver-Tiews: Finfish Nutrition and Fishfeed Technology. Berlin vol. II, 13-20.
53. Mukhopadhyay, N., A. K. Ray (2000): Effects of amino acid supplementation on the nutritive quality of fermented linseed meal protein in the diets for rohu fingerlings. J. Appl. Ichthyol. 17, 220-226.
54. Nandini, S., S. S. Sarma (2000): Zooplankton preference of two species of freshwater ornamental fish larvae. J. Appl. Ichthyol. 16, 282-284.
55. Osse, J., J. G. Boogaart, G. M. J. Snik, L. Sluys (1997): Priorities during early growth of fish larvae. Aquaculture 155, 249-258.
56. Ostroumova, I. N., W. I. Tureckij, M. A. Dementjeva, D. I. Ivanov (1980): Polnocennyj starterovyj korm dlja ličinok karpa v uslovijah teplych vod. Ribn. Chozj. 6, 41-44.
57. Ostroumova, I. N., M. A. Dementjeva (1981): O načale funkcionirovanija podželudoločnoj železi v piščevaritělnom processe ličinok karpa. Sb. Tr. Evol. biochim. i fiziol. ryb. 17, 382-395.
58. Panov, D. A., V. G. Čertihin (1987): Metodi podrašćivanja ličinok prudovih rib. Obzornaja informacija 2, 1-50.
59. Pap, G., G. Kovacs, F. Radics (1995): Vitamin C status different embryonic stages and larvae of European catfish fed with L-ascorbic acid supplemented live food. Larvi '95 – Fish shellfish larviculture symposium, September 3-7 Gent, Belgium.
60. Policar, T., P. Kozák, J. Hamáčková, A. Lepičová, P. Lepič, A. Stanny (2004): The rearing of fry of common barbel (*Barbus barbus* L.) by using various starter feeding. VII Czech ichthyological conference Vodňany 6-7. 5. 2004, 234-238.
61. Radünz - Neto, J., G. Corraze, P. Bergot, S. J. Kaushik (1996): Estimation of essential fatty acid requirements of common carp larvae using semi-purified artificial diets. Arch. Anim. Nutr. 49, 41-48.
62. Reisner, L. (2003): Automation engineering for intensive fish culture. Bulletin VÚRH Vodňany 39, 104-108.
63. Szalminska, M. (1982): Preliminary studies on proteolytic activity in carp larvae intestines. Acta Ichthyologica et Piscatoria 2, 84-90.
64. Szalminska, M. (1987): Survival, growth and size structure of carp larvae populations fed dry feed EWOS Larvstart C-10 or zooplankton or else starved. Pols. Arch. Hydrob. 34, 331-346.
65. Segner, H., R. Rösch, J. Verreth, U. Witt (1993): Larval nutritional physiology: Studies with *Clarias gariepinus*, *Coregonus lavaretus* and *Scophthalmus maximus*. J. World Aquacult. Soc. 24, 121-130.
66. Stević, I., Z. Tabori, M. Prica, Z. Mogoroš (1987): Automatske hranilice na daljinsko upravljanje kao inovacija u uzgoju šaranskog mlađa. Rib. Jug. 1, 1-6.
67. Stupka, Z. (2003): A general review of recirculation systems for intensive fish culture. Bulletin VÚRH Vodňany 39, 109-118.
68. Takeuchi, T. (1993): Essential fatty acid requirements in the carp. Workshop on the fatty acid metabolism in the carp, Summary, 6-9 September 1993, Budapest.

69. Tamas, G., L. Horvath (1975): Die chemische Regulierung das Zooplanktonbestandes von Brutstreckteichen. *Fischwirt* 10, 63-64.
70. Steffens, W. (1993): Protein sparing effect and nutritive significance of lipid supplementation in the carp. Workshop on the fatty acid metabolism in the carp, Summary, 6-9 September 1993, Budapest.
71. Stroband, H. J., K. Dabrowski (1979): Morphological and physiological aspects of the digestive system and feeding in freshwater fish larvae. *Nutrition des poissons*, Paris 355-376.
72. Watanabe, T., V. Kiron (1994): Prospects in larval fish dietetics. *Aquaculture* 124, 223-251.
73. Wind, J. (1979): Feeds and feeding in fry and fingerling culture. In EIFAC Workshop on Mass Rearing of Fry and Fingerlings of Fresh Water Fish, Hague, 811 May 1979 EIFAC Technical Paper No 35, 56-72.

SUMMARY

One of the main problems in rearing carp in early stages of development is the technology of larvae and fingerling feeding in controlled conditions and the fabrication of appropriate starter diets to replace live zooplankton. Nutritionists from the domain of fishery have been working on this problem more than 40 years, but only with limited success. The first period in the development of starter diet for carps in early stages of development went on from 1970 until 1985. At first, feeding experiments were performed on juvenile fish and the results obtained were applied on larvae and fingerlings without success. Only in the mid 80's, the feeding needs of larvae and fingerlings view were more fully understood in quantitative and qualitative. After learning more about the composition and function of digestive tract and supportive organs, and after numerous feeding experiments, the importance of live zooplankton before changing to full feed mixture diets was stressed out.