

INDUSTRIJA KANALNOG SOMA U SAD-u I PROBLEM OKUSNO-MIRISNE KVALITETE

N. Fijan, P. W. Perschbacher

Sažetak

Prikazani su povijest i razvoj tehnologije gojidbe kanalnog soma u ribnjacima te statistički podaci o proizvodnji, doradi i vrijednosti proizvoda u tijeku posljednjih 15 godina. Povećanje potrošnje u pučanstvu te sadašnje niske cijene žitarica i soje povoljni su čimbenici za daljnje povećanje proizvodnje. Stalan razvoj industrije potiče nekoliko čimbenika: pionirski naponi uzgajivača, istraživanja na sveučilištima i u državnim istraživačkim centrima od kojih neki imaju brojne pokusne ribnjake, rad kooperativne savjetodavne službe za ribnjačare, aktivnost udruga uzgajivača soma, suvremeni marketing, visoku kvalitetu proizvoda dorade i vertikalno povezivanje industrije. Neprikladna okusno-mirisna kakvoća soma uzrokovana metabolitima algi jedna je od glavnih poteškoća u industriji. Spomenuti su najvažniji rodovi algi koje proizvode takve metabolite, pojave mirisno-okusne neprikladnosti u drugih riba i u akumulacijama za pitku vodu, te sadašnji sustav sprečavanja dolaska kontaminirane ribe na tržište. Od nepoželjnih metabolita algi najvažniji su hlapljivi alkoholi geosmin i 2-methylisoborneol (MIB). Naglašena je potreba jeftinijih i brzih metoda određivanja tih metabolita. Istraživanja na Sveučilištu Arkansas u Pine Bluffu, SAD, o kontroliranju nepoželjnih vrsta algi u pokusnim ribnjacima s pomoću bijelog glavaša (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) i tilapija u kavezima pokazala su da taj pristup obećava uspješnost.

Ključne riječi: kanalski som (Ictalurus punctatus), ribnjačarstvo u SAD, okusno-mirisna kvaliteta, kontrola kvalitete

Nikola Fijan, dr. sc., professor emeritus, Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela, Veterinarski fakultet, pp. 190., Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Hrvatska
Peter W. Perschbacher, Ph. D., Associate Professor, Aquaculture and Fisheries Center, Box 4912, University of Arkansas, Pine Bluff, AR 71611, USA.

POVIJEST I ZNAČAJKE TEHNOLOGIJE

Razvoj gojidbe kanalskog soma (*Ictalurus punctatus* Raf.) u SAD započeo je prije oko 75 godina proizvodnjom matica u ribnjacima te razradom mriješćenja, inkubacije ikre, ličinaka i gojidbe mladunaca do dobi 10 dana u mrjestilištima.

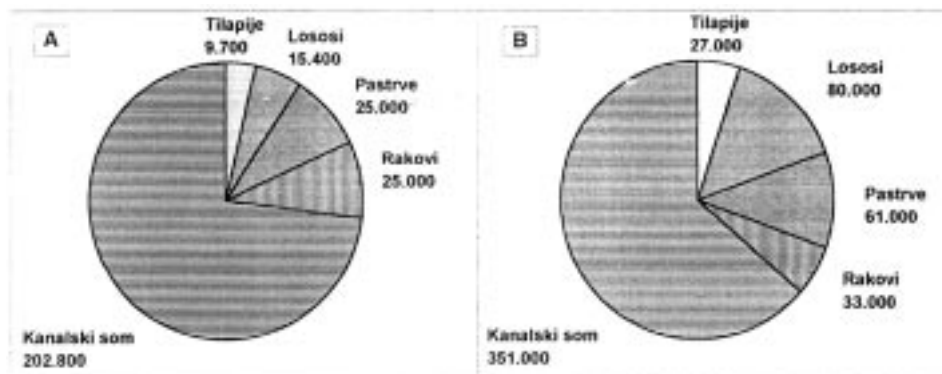
Dupree i Hunter (1984.) navode da je industrija prošla kroz tri razdoblja. Od 1960. do 1970. bilo je doba naglog povećanja površina za gojidbu, visokih troškova proizvodnje, prodaje ribe većinom u živom stanju, nedostatne iskorištenosti prvih preradivačkih kapaciteta, malog tržišta ograničenog na neke dijelove jugoistočnih država, konkurencije ulova iz otvorenih voda i uvezenih južnoameričkih somova, te nepostojanja marketinške strategije. U drugom su razdoblju (1971. –1976.) poboljšanja u proizvodnji povećala prinose s oko 680–900 kg/ha na 1.360–1.800 kg/ha. Sezonska dorada ribe postupno je postala cjelogodišnja, a početak marketinga poboljšao je potrošnju doradenog soma. Udio žive ribe na tržištu znatno je smanjen. Povećanje cijene riblje hrane dramatično je isključilo iz proizvodnje lošije i male proizvođače: mnogi ribnjaci sagrađeni u prvom razdoblju još su i danas prazni jer vlasnici nisu mogli ili znali pratiti razvoj tehnologije i tržišta. U predjelima gdje nema veće koncentracije proizvodnje i pogona za doradu soma mogu se i sada prodati tek manje količine žive ribe za športski ribolov. U trećem razdoblju (1977. –1982.) proizvodnja po jedinici površine i broj većih ribnjačarstava naglo se povećavao. Proizvodnja mlada prebačena je u prostorno odvojena ribnjačarstva: specijalizacija u radu poboljšala je proizvodnju, a opasnost je od prenošenja bolesti na mlad smanjena. Gradnja ribnjaka posve je prilagođena mehaniziranoj hranidbi i izlovu, te aeraciji. Nakon godine 1982. sagrađena su brojna nova ribnjačarstva, a prinos po jedinici površine i dalje se povećavao. Sada ova akvakulturna industrija obuhvaća velike suvremene tvornice hrane za ribu, specijalizirana poduzeća za izlov konzumne ribe, poduzeća za izradu i distribuciju specijalne opreme, te mala uslužna poduzeća za praćenje kemizma vode u ribnjacima. Sve je to poboljšalo i pojeftinilo proizvodnju te povećalo konkurentnost ribe na tržištu. Marketing i promicanje koje provodi Institut za soma (osnovan 1986., kao udruga uzgajivača soma, preradivača i proizvođača hrane) unijeli su doradenog kanalnog soma u gotovo svaku samoposluživaonicu širom SAD. Specijalizacija i vertikalna integracija (mlad — konzumna riba — proizvodnja hrane — prerada — marketing — usluge — oprema) omogućila je iskorištavanje punog kapaciteta postojećih ribnjačarstava i gradnju novih, osnivanje novih tvornica za doradu ribe koje rade tijekom cijele godine, specijaliziranu proizvodnju hrane za ribe u najsuvremenijim tvornicama te otvorila mnoga nova mala i srednje velika poduzeća, pa danas u industriji radi više od 13.000 radnika. Ukupni ekonomski doprinos popeo se na 4 milijarde US \$ (Anon, 1997.).

Konzumnu ribu proizvode u ribnjacima sa širokim nasipima (nužno za mehanizirani izlov, hranidbu i aeraciju vode), površine oko 20 ha, koje opskrbljuju podzemnom vodom s pomoću crpki. Ribolov obavljaju bez ispušta-

nja vode: ribnjake isprazne jednom u deset godina. Dvapat na godinu izlovljavaju selektivnom mrežom konzumne ribe (90–95% ribe iznad 0,65 kg), a pretkonzumna riba ostaje u ribnjaku. Odmah nadosađuju novu količinu mlada. Ova tehnologija višestruke žetve osigurava neprekidan rad dorade i opskrbe tržišta, te stalan ulaz prihoda ribnjačarima. Od proljeća do jeseni soma hrane ekstrudiranim (plutajućim) peletama, a zimi malom kličinom običnih peleta koje tonu.

PROIZVODNJA I CIJENE

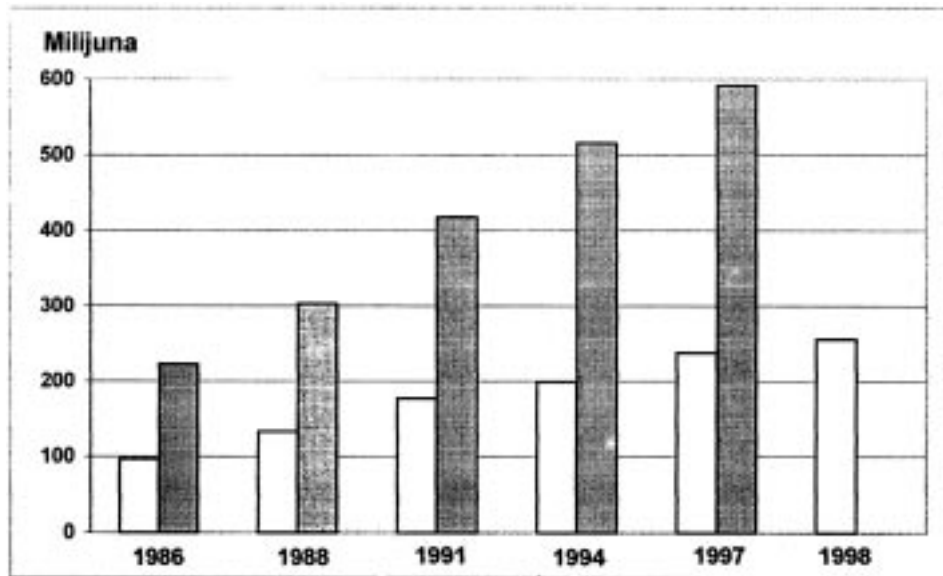
Proizvodnja kanalnog soma veća je od cjelokupne ostale akvakulture u SAD. Slika 1. prikazuje proizvodnju i vrijednost akvakulturnih grana koje proizvode ribu za konzum. Usto, postoji i veoma značajna proizvodnja riba-mamac (kedera), te ukrasnih riba (zlatnih karasa, koi šarana te domaćih i egzotičnih tropskih riba) u specijaliziranim ribnjačarstvima. Porast prodaje živog soma u pogonima za doradu od godine 1986. iznesen je na slici 2. Do srpnja 1999. ribnjačastva su doradi prodala oko 5% više soma negoli u istom razdoblju 1998. Ukupna proizvodnja konzumne ribe u ribnjacima s kanalnim somom veća je 5–10% od prikazane na slici 2. Taj, dodatni dio čini prodaja konzumnog kanalnog soma za športske ribnjake te živih triploida bijelog amura (*Ctenopharyngodon idella* Val.) koji su nasadeni u ribnjake da suzbiju rast viših



Slika 1. Proizvodnja i vrijednost riba za konzum u akvakulturi u SAD godine 1995. A — proizvodnja u tonama; B — vrijednost žive ribe u 1.000 \$. Prema podacima Ministarstva poljoprivrede SAD (Anon, 1997.).

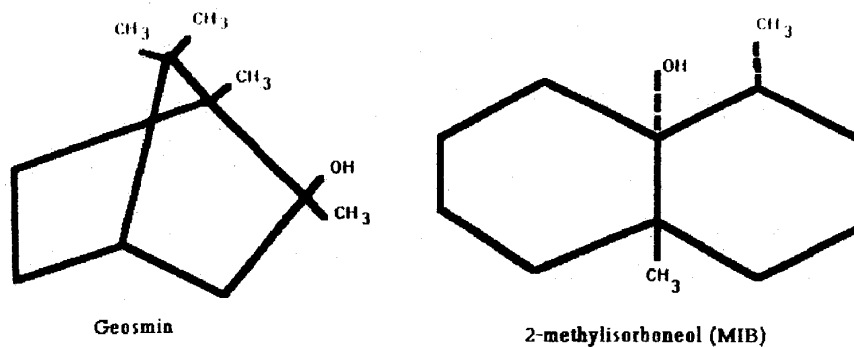
Figure 1. Production and value of US aquaculture products in 1995. A — tons produced; B — value of live fish in 1,000 \$.

Kanalni som = chanel catfish; rakovi = crawfish; pastrve = trout; lososi = salmon; tilapije = tilapia. According to data from US Department of Agriculture (Anon, 1997).



Slika 2. Količine živoga kanalnog soma prodane tvornicama za doradu (= kg) i vrijednost doradenih proizvoda (■ = US \$) u razdoblju od 1986. do 1998., prema podacima Ministarstva poljoprivrede SAD (Anon, 1998. Jan.–Dec.; Anon, Jan.–Jul.; Anon, 1999.).

Figure 2. Quantities of live channel catfish sold to processing plants (= kg) and the value of processing products (■ = US \$) during the period 1986–1998, according to data from US Department of Agriculture (Anon, 1998. Jan.–Dec.; Anon, Jan.–Jul.; Anon, 1999.).



Slika 3. Kemijski ustroj geosmina i 2-methylisoborneola (MIB-a)

Figure 3. Chemical structure of geosmin and of 2-methylisoborneol (MIB).

Tablica 1. Česta nepoželjna mirisno–okusna svojstva vode u akumulacijama za pitku vodu (Common algal off–flavors from drinking water reservoirs — Palmers, 1977).

Table 1.

Neprikladan miris i/ili okus (<i>Off-flavor</i>)	Opis Descriptors	Uzrok Cause(s)
na plijesan ili zemlju (Musty or Earthy)	spremište krumpira, pljesniv ¹ (potato bin, moldy ¹)	cijanobakterije i dijatomeje (cyanobacteria and diatom) <i>Synedra</i> ,
aromatičan (Aromatic)	povrće, smrdljivac, češnjak, (vegetable, skunk, garlic)	flagelati i dijatomeje (flagellates and diatoms)
travnat (Grassy),		velika količina zelenih algi (large numbers of green algae)
septičan (Septic)	na svinjac, na truljenje, gnjiljenje (pigpen, foul, putrefactive)	mnoštvo algi koje ginu i raspadaju se (dying and decaying algae masses and scum)

¹ smatra se da su srodni mirisi i okusi na drač, močvarni, na treset, slamu i drvo (weedy, marshy, strawlike and woody are thought to be related).

vodenih biljaka, a prodaju se u gradovima s većom populacijom stanovnika azijskog podrijetla. Ribnjačarstva koja uzgajaju mlad prodaju dio proizvodnje vlasnicima ribnjaka za rekreaciju. Većina ribnjačarstava za tov ima sada prosječan prinos od 4.000 do 4.500 kg/ha, a neka i oko 11.000 kg/ha; posljednja nerado govore o tehnologiji. Napominjemo da se i u pokusnim ribnjacima u monokulturi proizvodi i više od 7.500 kg/ha soma godišnje (Tucker i sur., 1993., Fijan, neobjavljeni rezultati u ribnjacima od 0,1 ha).

Više od 80% proizvodnje usredotočeno je u dolini rijeke Mississippi. Proizvodnja je najveća u državi Mississippi (više od 55%), a slijede Arkansas, Alabama i Louisiana. U nekoliko drugih kontinentalnih država površine i ribnjačarstva su manja, a ponegdje ima proizvodnje u kavezima i u protočnim bazenima, koji se opskrbljuju vodom iz toplih izvora. Postoje pokusni pogoni s recirkulacijom vode.

U godini 1998. dorada je ribnjačarstvima plaćala prosječno 1,54 \$ za kilogram živoga kanalnog soma (Anon, 1999. Jan.–Jul.). Prihod tvornica za doradu prikazan je na slici 2. za razdoblje do 1998. U samoposluživaonicama cijena 1 kg fileta sada je oko 6,0 \$. Nešto su jeftiniji očišćeni somovi (bez glave, utrobe, peraja i sluzi na koži), odresci i somovske grude (trbušna stijenka bez kosti). Prosječna potrošnja kanalnog soma po stanovniku u stalnom je porastu. U god. 1997. iznosila je oko 0,45 kg (Anon, 1998. Jan.–Dec.) pa postoji daljnji prostor za povećanje proizvodnje. Potrošači vrednuju filete soma više od fileta mnogih vrsta morskih riba. Niske cijene soje i žitarica također pogoduju ekonomičnosti i daljnjemu povećanju rasta proizvodnje ove zdrave i kvalitetne hrane (Anon, 1999. Jan.–Jul.). Smatra se da je godišnja dobit u somovskom ribnjačarstvu oko 8 do 12% od kapitala. Farme za tov od oko 200 do 400 ha

s visokim prinosima obično su najrentabilnije. Manja ribnjačarstva za gojidbu mlada mogu također biti vrlo rentabilna. Bolesti još uvijek nanose znatne štete.

Dorađeni je som u 1998. izvezen u Vijetnam, Njemačku i Singapur. No uvoz drugih vrsta somova u SAD nadmašuje izvoz (Anon, 1998. Jan.–Dec.; Anon, 1999. Jan.–Jul.).

RAZVOJNI ČIMBENICI

Neprekinuti razvoj ove industrije omogućuju brojni usklađeni i nadopunjujući čimbenici. Pionirski radovi i inovacije pojedinih stručnjaka i uzgajivača riba bili su posebno važni u prvom razvojnom razdoblju. No i sada ima praktičara — vlasnika ili upravitelja — koji otvaraju nove putove napretka.

Istraživački rad na deset sveučilišnih i državnih instituta, koji uz dobro opremljene laboratorije raspolazu i s oko 600 pokusnih ribnjaka, pridonijeli su razvoju cjelokupnoga ribnjačarstva. Svaka od njih održava jednom na godinu »terenski dan«, kad posjetiteljima — farmerina i zainteresiranim građanima — organizirano iznosi i pokazuje rezultate rada.

U svakoj saveznoj državi postoji poljoprivredna kooperativna savjetodavna služba u kojoj su zaposleni i stručnjaci za akvakulturu. Službe su povezane u regionalnim centrima i na saveznoj razini. Ribnjačari od službe dobivaju besplatne stručne savjete i obavijesti, pisane upute i usluge. Stručnjaci te službe provode istraživanja u suradnji s odgovarajućim sveučilištima i institutima, pa su i stoga važan čimbenik razvoja i napretka gojidbe kanalnoga soma i drugih akvakulturnih grana.

Marketing vrlo uspješno provodi Institut za somove (The Catfish Institute, TCI) koji financiraju uzgajivači, prerada i tvornice riblje hrane (Anon, 1997.). Jedan stručnjak i tajnica jedino su osoblje Instituta. Još 1987. Institut je sklopio ugovor s Ministarstvom trgovine SAD o tjednoj inspekciji tvornica za doradu soma i time podigao kvalitetu i ugled njihovih proizvoda. Uz ostalo, Institut obavješćuje javnost o stanju industrije, receptima itd. na Internetu (<http://www.catfishinstitute.com>)

Društva uzgajivača soma vrlo su aktivna. Savezno društvo, te društva u mnogim državama održavaju svake zime konvencije s bogatim stručnim programima te različite oblike druženja. Redoviti su i polugodišnji stručni sastanci s pozvanim predavanjima i okruglim stolom o aktualnim temama. Farmeri odlaze na takve sastanke i u druge države, ako je program zanimljiv. Ove aktivnosti osiguravaju brz prijenos novih znanja i iskustava, utvrđivanje i definiranje novih problema, kao i pronalaženje najboljih načina ostvarivanja zajedničkih interesa farmera.

Trajno i kruto ustrajanje na visokoj kakvoći doradevina bilo je i ostalo osnova za uvjerljiv i uspješan marketing te za posljedični porast prodaje i proizvodnje. Higijensku ispravnost doradaivačka industrija ostvaruje i progra-

mom analize rizika i kontrole kritičnih točaka (HACCP, Hazard Analysis, Critical Control Points). Naravno, aktivna je i inspekcija Administracije za hranu i lijekove.

Posljednjih su godina gotovo sva ribnjačarstva pristupila uzgojnom »Programu za osiguranje kvalitete soma«, koji je pripremila savezno društvo farmera soma. Program sadrži elemente HACCP-a. Inspekcija povremeno nadzire higijensku ispravnost ribnjaka i ribe u njima.

Mnogi proizvođači i trgovine opreme većinom su smješteni u blizini područja s ribnjačarstvima, pa je sve što je u proizvodnji potrebno brzo i lako dostupno u velikom izboru i uz razmjerno niske cijene.

Državni su administrativni zahtjevi pri otvaranju novih i pri radu postojećih ribnjačarstava minimalni i u biti poticajni. Mogućnosti i uvjeti dobivanja investicijskih i drugih kredita posljednjih su godina znatno poboljšani jer je industrija soma postala manje rizična za bankarstvo.

Dorada održava visoku okusno–mirisnu kvalitetu soma da bi očuvala povjerenje kupaca. Ta se kvaliteta soma, kao i u većine drugih vrsta riba, može promijeniti zbog poprimanja stranih mirisa i okusa iz vode. Takve su promjene za američko tržište neprihvatljive, pa dorada ne otkupljuje somove sa stranim okusno–mirisnim svojstvima. Stoga je okusno–mirisna kvaliteta veliki problem u proizvodnji i preradi soma. Godišnje su štete za industriju zbog okusne neprikladnosti procijenjene na oko 50 milijuna dolara. Te štete nastaju zbog: a) zastoja prodaje žive ribe, nedostatka gotova novca na ribnjačarstvima i potrebe uzimanja zajmova; b) povećanja hranidbenog koeficijenta (spolno dozrijevanje) i nešto niže cijene za ribu iznad 1 kg i c) stvaranja i držanja zaliha u doradi zbog potrebe neprekidne opskrbljenosti tržišta i sezonske pojave loših okusno–mirisnih svojstava.

NEPRIKLADNA OKUSNO–MIRISNA KVALITETA

Plutajuće alge (fitoplankton) osiguravaju dobre uvjete u ribnjacima i rentabilnu proizvodnju riba. One fotosintezom obogaćuju vodu kisikom te poboljšavaju kvalitetu ribnjačke sredine jer se »hrane« fosforom, amonijem i drugim za ribu štetnim dušičnim tvarima koje one ispuštaju u vodu. Pri poluintenzivnoj i intenzivnoj gojidbi povoljnu količinu fitoplanktona održavaju, dakle, izlučine riba nastale iskorištavanjem hrane unesene u ribnjak. Čestu pojavu nepoželjnog suviška fitoplanktona pri intenzivnoj proizvodnji ribnjačar gotovo ne može nadzirati.

Nitaste alge sastoje se od dugih nizova stanica. Razvijaju se tipično u ribnjacima s malom biomasom ribe i hranjivih tvari, tj. u novim ribnjacima i ribnjacima s mladem u kojima je voda prozirna. Mogu stvoriti velike nakupine, pa čak i prekriti ribnjak.

Mnoge alge pri metabolizmu stvaraju različite mirisno–okusne tvari i ispuštaju ih u vodu. U akumulacijama za pitku vodu širom svijeta kvalitetu

vode mogu promijeniti alge iz 50 rodova (Palmer, 1977.). Neke karakteristike tih promjena (*off-flavor*) i alge koje ih uzrokuju prikazane su u tablici 1. Povijest i stanje poznavanja ove problematike u hidroakumulacijama i ribnjacima te nove metode kemijskog utvrđivanja glavnih mirisno-okusnih tvari u vodi iznijeli su Perschbacher i sur. (1996.).

Da ribe mogu poprimiti mirisno-okusne tvari koje izlučuju alge, utvrđeno je još godine 1910. Ribe ih primaju preko škrge (Lovel i Sackey, 1973.) i biokoncentriraju u masnome tkivu (Martin i sur., 1990.). Ribnjaci koji hranom primaju veliku količinu organskih tvari ili koji su češće gnojani sadrže takve tvari. Intenzivna hranidba kanalnog soma u SAD pogoduje pojavi mirisno-okusnih problema. Sve su vrste riba podložne tim okusnim promjenama, a napose one koje nakupljaju masti u trbušnoj šupljini i u mišićima. No i vrste koje nisu masne mogu postati manje ukusne ili neukusne. Tako i smud (*Stizostedion lucioperca* L.) može poprimiti strani okus (Fijan, osobna opažanja). Ovaj se problem javlja širom svijeta, a povremeno zahvaća i ribe u otvorenim vodama, pa i lososa. U izraelskim šaranskim ribnjacima to su opisali Aschner i sur. (1989.). U novije vrijeme mirisno-okusni problem u riba istražuju i u Madarskoj.

Promjenu okusa ribe najčešće uzokuju neke vrste modrikasto zelenih planktonskih i bentosnih nitastih algi, kako u hidro-akumulacijama i u otvorenim vodama, tako i u ribnjacima. Glavne mirisno-okusne tvari koje te alge izlučuju pri aktivnu rastu jesu 2-methylisoborneol (MIB) i geosmin. Te su tvari aromatični alkoholi (slika 3) koji hlape pri sobnoj temperaturi uz pojavu karakterističnih mirisa u zraku. Prisutne su u vodi katkada već i pri malim koncentracijama algi. Pri razgradnji mase uginulih modrikasto zelenih algi koje plutaju po površini vode često sudjeluju i bakterije iz roda *Actinomyces*, koje također stvaraju MIB i geosmin. Pitka voda ima neprikladan miris i okus već pri koncentraciji tih tvari od 0,001 mg/L, a riba pri koncentraciji od 0,01 mg/L. Plinska kromatografija — masovna spektometrija (GC-MS) za sada je jedini kvantitativni test za ove tvari, a cijena je pretrage uzorka više od 100 US \$.

Jeftinija metoda za pretragu vode i ribe omogućila bi češće preglede i bolje sprečavanje šteta od ovih tvari. Perschbacher i sur. (1996.) opisali su jeftiniju metodu, koju dalje usavršavaju.

MIB je kemijski sličan kamforu. Pri niskim koncentracijama uzrokuje pljesniv okus, a pri visokim okus na crnogoricu. U SAD ga poglavito ispušta alga *Oscillatoria chalybea*. Najbrojnija je pri temperaturama vode iznad 25 °C u ribnjacima s tvrdom vodom na zemljištima koja potječu od kamenih sedimenata (Hariyad i sur., 1994.). Stoga je prisutnost MIB-a najčešća ljeti i u ranu jesen u ribnjacima smještenima u dolini rijeke Mississippi, tj. u području najveće koncentracije somovskih ribnjačarstava u SAD. Tamo se ribolov zbog toga pretežno obavlja prije i nakon ljeta. No MIB je utvrđen i u ribnjacima s recirkulacijom u Oklahomi (Lorio i sur., 1992.) u razdobljima kad nije bilo propadanja algâ (Perschbacher i sur., 1992.).

Geosmin miriše na zemlju, pa takav okus dobiva i riba koja se nalazi u vodi s tom tvari. Mogu ga proizvoditi mnogi mikroskopski organizmi, no najčešće su to modrikastozelene alge iz roda *Anabaena*. Te su alge brojne u proljeće, u rano ljeto i u jesen u ribnjacima na kiselu tlu i s mekanom vodom. Neprikladnost soma za tržište zbog geosmina stoga se u SAD javlja u jugoistočnim državama.

Uzroci ostalih poremećaja okusa ribe (drvenast, po mokroj ljepenci, po gnjiljenju) nisu utvrđeni, ali ima pokazatelja da i njih uzrokuju alge.

Budući da za sada nema sigurnih mjera za sprječavanje razvoja algi koje stvaraju mirisno-okusne tvari, industrija soma u SAD onemogućuje pristup okusno neprikladne ribe na tržište. Dva dana prije dopreme ribe iz nekog ribnjaka u preradu, ribnjačarstvom mora dostaviti na pregled dva soma koje organoleptički ocjenjuje osposobljeni specijalist (kušač). Pretražuju se i uzorci uzeti iz svih bazena s kamiona koji je dopremio živu ribu tvornici za doradu. Pošiljku neodgovarajućeg okusa tvornica vraća ribnjačarstvu. Pretraga okusa ribe provodi se stavljanjem uzoraka u mikrovalnu pećnicu te mirisanjem i kušanjem. Kušač vrednuje uzorak ocjenama od 0 do 5, pri čemu 5 označuje najveći stupanj mirisno-okusne neprikladnosti. Ocjena 1 već pokazuje da je riba neprikladna za tržište. Farmeru ocjena pomaže da procijeni kad bi riba mogla postati prikladna za prodaju.

Riba u ribnjaku prirodno se očisti od ovakve onečišćenosti kad se količina algi koje su uzrok problema smanji. Trajanje čišćenja ovisi o temperaturi vode, koncentraciji mirisno-okusne tvari u tkivu, te o masnoći ribe (Johnsen i Lloyd, 1992.). Veće koncentracije MIB-a i geosmina nakupljaju se u potkožju (dermis) i u crvenome postraničnom mišiću (ispod bočne pruge). Najbrže, tj. za oko 1 tjedan, riba se očisti pri visokoj temperaturi i niskoj masnoći. Pri dugotrajnoj prisutnosti nepoželjnih alga i pri niskim temperaturama ribe mogu ostati onečišćene i godinu dana. Prenošenjem u ribnjak s protočnom vodom ili u pregrađeni dio ribnjaka s protokom riba se može očistiti od stranog okusa. No u SAD ti postupci nisu gospodarstveno opravdani (Engle i sur., 1992.).

Ima postupaka i tvari kojima se pripisuje suzbijanje nepoželjnih modrikastozelenih alga. Istražuju se: a) biološka kontrola s vrstama riba koje se hrane algama; b) biološka kontrola s uzročnicima bolesti modrikastozelenih alga; c) primjena nekih herbicida i d) smanjenje hranjivih tvari u vodi ribnjaka sredstvima za njihovo vezanje i/ili obaranje. Drugi dio ovoga prikaza istražuje primjenu biološke kontrole s bijelim glavašem (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.), afričkim tilapijama (*Tilapia* spp. i *Oreochromis* spp.) i američkom vrstom *Dorosoma cepedianum* (Lesueur) smještenima u kavezima u pokusnim ribnjacima. Te ribe rastu dobro hraneći se algama i sitnim česticama organske tvari. Bijeli glavaš i tilapije odstranile su 90–100% alge *O. chalybea* i 88–100% algi roda *Anabaena*. No primjena tih vrsta u SAD u komercijalnim ribnjacima nailazi na zapreke. Tilapija ima komercijalnu vrijednost, ali se ljeti brzo i nekontrolirano razmnožava pa može doći do prenapučenosti ribnjaka, pogoršanja kemizma vode i zastoja u rastu soma. To se može djelomično izbjeći

stavljanjem tilapija u kaveze. Srebrni glavaš nema u SAD komercijalnu vrijednost. Napokon, Smith (1988.) iznosi da su te i druge ribe koje se hrane fitoplanktonom u 22 od 44 pokusa povećale biomasu algi, a u daljnjih 12 pokusa nisu utjecale na brojnost algi u ribnjacima s kanalnim somom. Osim problema s algama koje ispuštaju mirisno-okusne tvari, prekomjerna biomasa bilo kojih alga smanjuje proizvodnju, ugrožava stabilnost koncentracije kisika i time dovodi do mogućnosti uginuća soma. Poželjno upravljanje sastavom i količinom fitoplanktona u ribnjacima stoga je još uvijek teško dohvatljiv cilj.

Summary

CHANNEL CATFISH INDUSTRY IN THE USA AND THE OFF-FLAVOR PROBLEM

N. Fijan, P. W. Perschbacher*

The history, the production technology in channel catfish pond farming industry as well as the statistical data on production, processing and product value during past 15 years are presented. The trend of increasing consumption by the population and the presently low prices of grain and soybeans are conducive to further expansion of production. The steady growth of the industry is stimulated by several factors: innovative efforts by farmers, research at the universities and at government institutions some of which have numerous experimental ponds, cooperative extension service for farmers, modern marketing, activities of catfish farming associations, high quality of products from processing plants and vertical integration. The off-flavor in catfish caused by algal metabolites is a major problem in the industry. Genera of algae producing such metabolites, their accumulation in other fish and occurrence in drinking water reservoirs as well as the current emphasis on preventing the entrance of off-flavor contaminated catfish onto the market were reviewed. The main undesirable algal metabolites are volatile alcohols geosmin and 2-methylisoborneol (MIB). The need for less expensive and quick methods of identifying major off-flavor compounds was pointed out. Research at the University of Arkansas at Pine Bluff, USA, on control of off-flavor algae in experimental ponds by filter-feeding silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) and tilapias confined in cages showed this approach to be rather promising.

Key words: channel catfish (Ictalurus punctatus), fish farming in USA, off-flavor, quality control

* Nikola Fijan, dr. sc., professor emeritus, Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela, Veterinarski fakultet, pp. 190., Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Hrvatska
Peter W. Perschbacher, Ph. D., Associate Professor, Aquaculture and Fisheries Center, Box 4912, University of Arkansas, Pine Bluff, AR 71611, USA.

LITERATURA

- Anon. (1997): The Catfish Institute. Belzoni, Miss. USA.
- Anon. (1998, Jan. –Dec.): Catfish processing. National Agricultural Statistics Service, U. S. Department of Agriculture. Washington, DC.
- Anon. (1999, Jan. –Jul.): Catfish processing. National Agricultural Statistics Service, U. S. Department of Agriculture. Washington, DC.
- Anon. (1999): Aquaculture outlook. Economic Research Service, U. S. Department of Agriculture. Washington, DC.
- Aschner, M., Laventer, C., Chorin-Kirsch, I. (1969): Off-flavor in carp from fish ponds in the coastal plain and the Galilee. *Bamidgeh* 19 (2), 23–25.
- Dupree, H. K., Hunter, J. V. (1984): Third report of the fish farmers. U. S. Fish and Wildlife Service. Washington, D. C. 270 pp.
- Engle, C. R., Pounds, G. L., Killian, H. S. (1992): An economic evaluation of two off flavor purging aystems for farm-raised catfish. *Aquaculture'–92: Growing toward the 21st Century*. Orlando, Fl., USA, 21–25 may 1992. Book of abstracts, pp. 87–88.
- Hariyadi, S., Tucker, C. S., Steeby, J. A. Van der Ploeg, M., Boyd, C. E. (1994): Environmental conditions and channel catfish (*Ictalurus punctatus*) production under similar pond management regimes in Alabama and Mississippi. *Journal of the World Aquaculture Society* 25 (2), 236–249.
- Johnsen, P. S., Lloyd, S. W. (1992): Influence of fat content on uptake and depuration of the off-flavor 2-methylisoborneol by chanel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 49 (11), 2406–2411.
- Lorio, W. J., Perschbacher, P. W., Johnson, P. (1992): Relationship between water quality, phytoplankton community and off flavors in chanel catfish (*Ictalurus punctatus*) production ponds. *Aquaculture*, 106 (3–4), 285–292.
- Lovell, R. T., Sackey, L. A. (1973): Absorption by chanel catfish of earthy-musty flavor compounds synthesized by cultures of blue-green algae. *Transactions of the American Fisheries Society* 102 (6), 774–777.
- Martin, J. F., Plakas, J. H., Holley, J. H., Kitzman, J. V. (1990): Pharmacokinetics and tissue disposition of the of-flavor compound 2-methylisoborneol in the chanel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 47 (3), 544–547.
- Palmer, C. M. (1977): Algae and water pollution. EPA-600/9-77-036. Municipal Environmental Research Laboratory, U. S. E. P. A., Cincinnati, Ohio.
- Perschbacher, P. W., Lorio, W. J., Jonson, P. B. (1992): Pheophytin studies in catfish ponds in relation to algal blooms. *Aquaculture'–92: Growing toward the 21st Century*. Orlando, Fl., USA, 21–25 May 1992. Book of abstracts, pp. 183–184.

- Perschbacher, P. W., Miller, D., Conte, E. D. (1996):* Algal off-flavors in reservoirs. U: Miranda, L. E., DeVries, D. R. (Eds.): Multidimensional approaches to reservoir fisheries management. American Fisheries Society Symposium 16. Third National Reservoir Symposium. Bethesda, MD. pp. 67–72.
- Smith, D. W. (1988):* Phytoplankton and catfish culture: a review. *Aquaculture*, 74 (3–4), 167–189.
- Tucker, C. S., Steeby, J. A., Waldrop, J. E., Garrard, A. B. (1993):* Production characteristics and economic performance for four channel catfish, *Ictalurus punctatus*, pond stocking density–cropping system combinations. *Jornal of Applied Aquaculture* 3 (3–4), 333–352.

Primljeno 3. 9. 1999.
Prihvaćeno 20. 10. 1999.