

OBRAŠTAJ KAVEZA ZA UZGOJ RIBE KAO POKAZATELJ UTJECAJA AKVAKULTURE NA OKOLIŠ

M. Slišković, G. Jelić, Z. Hell

Sažetak

Ekološkim osvješćivanjem cjelokupne zajednice i širenjem akvakulturne aktivnosti na Jadranu sve se češće postavlja pitanje utjecaja akvakulture na okoliš. Kao jedan od temeljnih ciljeva u priobalnoj akvakulturi ističe se provođenje ekološke zaštite prirodnog okoliša. Proces obrastanja mreža koje se rabe za izradu kaveza pojavljuje se u određenom stupnju na svim lokacijama gdje se provodi uzgoj ribe. Periodičnim ispitivanjem obraštajnih organizama može se, uz već prije ustaljeni monitoring (kemizma sedimenta, kemizma vode, bentosne biote i fitoplanktona), pratiti utjecaj postojeće akvakulturne aktivnosti na okoliš. Kvalitativni i kvantitativni sastav obraštajnih organizama može upozoriti na određene promjene u okolišu. Također, postoje vrste koje svojom prisutnošću upozoravaju na promjene, tj. mogu se iskoristiti kao indikatori ekoloških promjena.

Ključne riječi: *obrastanje, monitoring, ekološke promjene, eutrofna, mezotrofna i oligotrofna područja*

UVOD

U novije vrijeme mnoge se aktivnosti isprepleću i zajedno iskorištavaju naše more, pa je pravilnim mjerama zaštite i monitoringa potrebno zaštititi i očuvati taj prirodni resurs. Potencijalni problemi mogu nastati dotokom velike količine gradskih otpadnih voda, obogaćivanjem vode nutrijentima, te povećanim koncentracijama teških metala. U područjima koja su bogata organskom tvari nalazimo organizme koji su usko povezani s organskim onečišćenjem i

Merica Slišković, mr. sc, Gorana Jelić, mr. sc. i Zvonko Hell, dr., Visoka pomorska škola, Split, Zrinsko-frankopanska 38, 21000 Split, Hrvatska; e-mail merica@pfst.hr, gjelic@pfst.hr

kao takvi dobri su indikatori antropogenog utjecaja na promjene u okolišu (Agner, 1977).

Obraštajni je proces veoma dobar indikator stanja okoliša zato što su ispitivanja obraštajnoga procesa jednostavna i mogu se ponoviti koliko god je potrebno puta. Organizmi koji najbolje pokazuju kvalitetu okoliša jesu oni koji imaju ograničenu ili nikakvu sposobnost kretanja (Hawkes, 1978). S obzirom na činjenicu da su obraštajni organizmi tipično sesilni, struktura obraštajne zajednice može se prilično dobro iskoristiti za određivanje stanja onečišćenosti određenog područja. Obraštajni su organizmi ujedno i osjetljivi na prisutnost teških metala u morskom okolišu, koji u njega dospjevaju kao dio protuobraštajnih premaza.

Obraštajni je proces prisutan u određenom stupnju na svim lokacijama gdje se provodi uzgoj ribe u mrežnim kavezima. Intenzivnim uzgojem ribe velika količina organske tvari dospjeva u okolnu vodu, kao posljedica nepo- jedene hrane ili produkta metabolizma uzgajanih organizama. Iz prije navede- nog može se zaključiti da su vode oko kaveza za uzgoj ribe pogodne za brzi razvoj obraštaja, uz napomenu da su kavezi napravljeni od mreža posebno osjetljivi tijekom ljetnog perioda. Porastom temperature i povećanom organ- skom produkcijom ekološki se uvjeti naglo pogoršavaju i izazivaju stres u uzgajanih organizama (Inoue, 1972; Lovergrove, 1979). Sve ovo može dovesti do značajnih promjena u kvaliteti vode i sastavu bentosnih zajednica.

Potrebno je napomenuti da je prigodom kratkih ispitivanja preporučljivo da se bioindikator rabe odvojeno od fizikalnih i kemijskih parametara (kao što su T °C, slanost, pH, kisik, hranjive soli) zato što su živi organizmi bolji pokazatelji cjelokupnih učinaka onečišćenosti određenog područja (Gray, 1981; Kovács i Podani, 1986).

Prema Clarkeu i Warwicku (1990), stres u vodenom okolišu odrazit će se u jednoličnosti prisutnih vrsta u obraštaju. Ovo se podudara s Tra- merovom tezom (1969) koja kaže da se u iznenadnim ili ponekad ekstrem- nim uvjetima pojavljuje jednoličnost vrsta, dok kod stabilnih sustava nalazimo raznolikost vrsta. Na taj način, usporedbom raznolikosti prisutnih vrsta, možemo pratiti povećanje raznolikosti od kompletno onečišćenih područja do čistih područja (Kocatas i Geldiay, 1980).

Eutrofna područja

Za onečišćena područja karakteristična je strukturna homogenost vrsta, s dominacijom određenih vrsta (Crippen i Reish, 1969; Gray, 1982). U ovakvim zajednicama prevladavaju organizmi koji se mogu prilagoditi na postojeće promijenjene uvjete u okolišu, a takvi organizmi imaju kozmoplitska, nitrofilna, eurihalina i euritermna svojstva (Pérés, 1961). Vrste koje su u onečišćenim područjima prisutne u velikim količinama ili dominiraju imaju sposobnost dobre prilagodbe na postojeće negativno promijenjeno stanje (Briggs, 1974) i nazivaju se »oportunističkim« vrstama zato što žive u

neadekvatnom okolišu (Hilly, 1983). Lučka su područja pod stalnim utjecajem urbano-industrijskog onečišćenja, s velikom količinom organske tvari koja čini stalno dostupan nutritivni potencijal. Kao karakteristične vrste za lučke vode Sredozemlja od životinjskih vrsta možemo spomenuti *Hydroides elegans*, *Serpula concharum*, *Balanus amphirite*, *Balanus eburneus*, *Bugula stolonifera*, *Zoobotryon verticillatum* i *Ciona intestinalis*, a od biljnih vrsta iz rodova *Enteromorpha*, *Cladophora* i *Ulva* (Igić, 1995). Prije navedene vrste (*Hydroides* — *Balanus* — *Ciona*) nadene su u makroobraštaju mnogih mediteranskih luka (Relini, 1980). Te vrste, zbog svoje otpornosti, posebno su prisutne u onim lukama koje su pod utjecajem urbanog onečišćenja. U takvom okolišu razvijaju se u velikim masama i mijenjaju stanje okoliša (Relini i Dabini-Oliva, 1972). Mnoge luke imaju brzi obraštajni proces zbog utjecaja urbanog onečišćenja, velike koncentracije nutrijenata, bakterija ili niske razine otopljenog kisika (Cantone i sur., 1980; Relini, 1980).

U Jadranu, s obzirom na ekološku valenciju (stupanj adaptacije i toleranciju prema lučkim vodama), među najosjetljivije obrašćivače ubrajaju se spužve koje reagiraju na urbano-industrijsko onečišćenje i hidroida koji reagiraju na kanalizacijske ispuste (Igić, 1995). Na istočnoj obali Jadrana u lučkim sredinama u obraštajnom kompleksu najčešća je i najprisutnija vrsta *Balanus amphirite amphirite*, vrsta *Hydroides elegans* te vrste rodova *Enteromorpha*, *Cladophora*, uz vrste *Ulva rigida* i *Balanus eburneus* ako je još izražen i dotok slatke vode s kopna (Igić, 1984). Vrsta *Hydroides elegans* najčešće je prisutna u vodama koje su bogate organskom tvari iz gradskih otpadnih voda, sa slabom izmjenom vode, visokim srednjim ljetnim temperaturama i znatnom koncentracijom hidrogen sulfida u blizini dna (Riggio, 1979), iako se ova vrsta može naći u čistim vodama s nižim koncentracijama organske tvari i jačim izmjenama vode (Riggio, 1979). Vrsta *Hydroides elegans* i općenito vrste iz skupine *Spirorbidae* u Sredozemlju naseljavaju među prvim obrašćivačima u razdoblju od 15 dana (Relini i sur., 1970; Matarrese i sur., 1983). Drugi indikator onečišćenja jest vrsta *Balanus amphirite amphirite*, koja jednako kao i prije navedena vrsta tolerira jednaka stanja i kvalitetu okoliša, ima široku ekološku valenciju i preferira područja s organskim onečišćenjem (Igić, 1994), posebno u blizini kanalizacijskih ispusta (Sarà, 1976), visokih koncentracija N-NH₄ i male zasićenosti kisikom (Relini i Relini-Orsi, 1971). Obrašćajna vrsta *Mytilus galloprovincialis* prisutna je u poluonečišćenim lukama s nižim salinitetom 30–35% (Hrs-Brenko, 1978). Kada proces eutrofikacije uznapreduje u lučkim vodama, dolazi do razvitka nitrofilnog facijesa, i smanjenja broja vrsta do te mjere da može nestati makrobentos (Kocatas, 1980). U unutrašnjim vodama luka, slaba izmjena vode i velika količina nutrijenata pogoduje nekontroliranom razvoju algi. Tako i većina podataka pokazuje da su eutrofna područja ograničena na unutrašnje dijelove luka ili laguna (Pavoni i sur., 1990) u kojima su u ljetnom periodu česta anoksična stanja (Friligos i Zenetos, 1988) koja dovode do stvaranja beživotnih zona (Kocatas, 1980).

Mezotrofna područja

Mezotrofna područja ili, prema Kocatasovu (1980) stupnju onečišćenja »semi-healthy stage« karakterizira obraštaj bogat vrstama, koji sadrži sve tipične obraštajne grupe, obraštajna zajednica ima velik broj vrsta, ali s malom abundancijom jedinki (Igić, 1982).

Oligotrofna područja

U čistim područjima ili prema Kocatas (1980) stupnju onečišćenja »healthy stage« obraštajne zajednice su vrlo siromašne i jednolične po sastavu vrsta (Igić, 1984), kod kojih dominira fitokomponenta jednostaničnih alga kremenašica — dijatomeja. U Jadranu, uz dijatomeje, još mogu biti prisutni hidroidi, mnogočetinjaši, mekušci i spužve (Igić, 1995; Igić, 1999).

ZAKLJUČAK

Radi jednostavnosti izvođenja i mogućnosti neograničenoga broja ponavljanja praćenja vrsta koje se pojavljuju u obraštajnim zajednicama, obraštaj može poslužiti kao dobar indikator utjecaja kaveznog uzgoja na okoliš, ali i neke druge aktivnosti koje se provode u moru. Obraštajni se proces pojavljuje na svim lokacijama gdje se provodi uzgoj ribe u mrežnim kavezima. Zato što intenzivnim uzgojem ribe velika količina organske tvari dopijeva u okolnu vodu, ili kao posljedica nepojedene hrane ili produkta metabolizma uzgajanih organizama, potrebno je pratiti utjecaj uzgoja na ekološke promjene u okolišu. Uz uobičajene parametre monitoringa, kao dodatna mogućnost pruža se praćenje nastalog obraštaja koji, ovisno o svojoj strukturi i abundanciji pojedinih vrsta, može upozoriti na ekološke promjene u vodi oko uzgajališta. Jednostavnim kvalitativno–kvantitativnim pregledom obraštajne zajednice može se utvrditi je li i koliko akvakulturna aktivnost utjecala na ekološke promjene u svojem okolišu.

Summary

FOULING AS INDICATOR OF AQUACULTURE INFLUENCE ON ENVIRONMENT

M. Slišković, G. Jelić, Z. Hell

By ecological awarening of the whole community and by the broadening of the aquacultural activity on the Adriatic, the influence of the aquaculture on the environment is more questionable. The opholding of the ecological

Merica Slišković, M. Sc., Gorana Jelić, M. Sc. and Zvonko Hell, Dr., Colegue of Maritime Studies, Split, Žrinsko–frankopanska 38, 21000 Split, Croatia; e–mail merica@pfst.hr, gjelic@pfst.hr

protection of the natural environment is pointed out as one of the basic goals in the by-coastal aquaculture. The processes of the net fouling, which are used for the construction of the cages, is present to a certain degree at all locations of the fish breeding. By periodical investigation of the fouling organisms it is possible, with the earlier set monitoring (chemisms of the sediments, chemisms of the water, benthic biotes and phytoplankton) to follow the influence of the existing aquacultural activity on the environment. Qualitative and quantitative constitution of the fouling organisms can indicate certain changes in the environment. There are also species that can indicate changes by their presence, i. e. they can be used as indicators of the ecological changes.

Key words: *fouling, monitoring, ecological changes, eutrophic, mesotrophic and oligotrophic water.*

LITERATURA

- Agner, K. (1977): Benthic invertebrates as indicators of organic pollution in the western Baltic Sea. *Int. Reveue ges. Hydrobiol.*, 62, (2), 245–254.
- Briggs, J. C. (1974): *Marine zoogeography*. McGraw–Hill, New York, 475 pp.
- Cantone, G., Cormaci, M., Fassari, G., Furnari, G., Galluzo, G., Pavone, P., Brigandi, S. (1980): Primi dati sul fouling del porto di Catania. *Thalassia Salentina*, 10, 1–44.
- Clarke, K. R., Warwick, R. M. (1990): Lecture notes prepared for the training on the statistical treatment and interpretation of marine community data. FAO/IOC/UNEP, Split, 87 pp.
- Crippen, R. W., Reish, D. J. (1969): An ecological study of the Polychaetous Annelids associated with fouling material in Los Angeles harbour with special reference to pollution. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.*, 68, 170–180.
- Friligos, N., Zenetos, A. (1988): Elefsis Bay anoxia: nutrient conditions and benthic community structure. *Mar. Ecol. (P. S. Z. N. I.)*, 9, (4), 273–290.
- Gray, J. S. (1981): *The ecology of marine sediments*. (Cambridge Studies in Modern Biology: 2), Cambridge University Press, 185 pp.
- Gray, J. S. (1982): Effects of pollution on marine ecosystems. *Neth. J. Sea. Res.*, 16, 424–443.
- Hawkes, H. A. (1978): Invertebrates as indicators of river quality. International symposium on biological indicators of water quality. Univ. Newcastle upon Tyne, England. 1978 (cit. Johnscher–Fornsaro, G., Zagatto, P. A. (1987): The use of the benthic community as a water quality indicator in the Cubat o River basin. *Wat. Sci. Tech.*, 19, 107–112.
- Hrs–Brenko, M., (1978): Relationship of temperature and salinity of larvae development in mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck). 12th Proc. Europ. Symp. On Mar. Biol., Stirling, 359–365.
- Hilly, C. (1983): Modifications de la structure écologique d'un peuplement de *Melinna palmata* (Annélide–Polychaète) soumis aux effluents urbains et industriels en rade de Brest. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 5, (1), 37–56.

- Igić, Lj. (1982): Sastav obraštajnih zajednica obzirom na lokalitete u severnom Jadranu. *Biosistematika*, 8, (1), 19–41.
- Igić, Lj. (1984): Characteristic of fouling communities in ports of the eastern Adriatic coast. *VIIes Journées Etud. pollutions*, Lucerne, CIESM, 815–818.
- Igić, Lj. (1994): Fouling state as a prognosis for the underwater construction project. *Periodicum biologorum*, 96, (4), 466–468.
- Igić Lj. (1995): Prikaz obraštaja u Jadranskom i drugim svjetskim morima — biološko značenje. *Pomorski zbornik*, 33, 329–356.
- Igić, Lj. (1999): The significance of fouling investigation for the estimation in the construction of marinas. *Acta Adriat.*, 40, (1), 7–21.
- Inoue, H. (1972): On water exchange in a net cage stocked with the fish, Hamachi. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 38, 167–176.
- Kocatas, A. (1980): Evolution cyclique du benthos dans les zones de pollution du golfe d Izmir (Turquie). *Ves Journées Etud. Pollutions*, Calgari, C. I. E. S. M., 643–648.
- Kocatas, A., Geldiay, J. (1980): Effects of domestic pollution in Izmir Bay (Turkey). *Helgoländer Meeresunters.*, 33, 393–400.
- Kovács, M., Podani, J. (1986): Bioindication: A short review on the use of plants as indicators of heavy metals. *Acta biol. Hung.*, 37, (1), 19–29.
- Lovergrove, T. (1979): Control of fouling in farm cages, *Fish. Farm. Int.*, 6, (1), 33–37.
- Matarrese, A., Tursi, A., Montanaro, C., Cercere, E., De Vito, L. (1983): Settlement periods of polychaetous annelids in the mar Piccolo of taranto in the ten years 1972–1982. *Oebalia*, 9 N. S, 81–89.
- Pavoni, B., Sfriso, A., Donazzolo, R., Orio, A. A. (1990): Influence of waste waters from the city of Venice and the hinterland on the eutrofication of the lagoon. *Sci. Total Environ.*, 96, 235–252.
- Péres, J. M. (1961): *Océanographic et biologie marine*. Presse Universitaire de France, Paris, 541 pp.
- Relini, G. (1980): Insedimento di organismi marini di substrato duro in ambienti portuali mediterranei. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr. Suppl.*, 10, 61–70.
- Relini, G., Bazzicalupo, G., Montanari, M. (1970): Insedimento su pannelli atossici immersi nella Rada di Vado Ligure (SV): I Serpulidi. *Pubb. Staz. Zool. Napoli*, 38 suppl., 71–95.
- Relini, G., Relini-Orsi, L. (1971): Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: I Cirripedi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 38 suppl., 125–144.
- Relini, J., Dabini-Oliva, G. (1972): Biological studies on fouling problem in Italy. *Proc. Third Int. Congr. Marine Corrosion and Fouling*, 691–709, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Riggio, S. (1979): The fouling settlements on artificial substrata in the harbor of Palermo in the years 1973–1975. *Quand. Lab. Tecnol. Pesca*, 2, (4), 207–253.
- Sarà, M. (1976): Indicatori biologici di inquinamento marino: Zoobenthos. *Archo Oceanogr. Limnol.*, 18 Suppl., 3, 55–72.
- Tramer, E. J. (1969): Bird species diversity: Components of Shanons formula. *Ecology*, 50, 927–929.

Primljeno: 17. 3. 2003.
Prihvaćeno: 11. 4. 2003.