

Bruno Šverko

Student
Sveučilišni odjel za studije mora
Sveučilište u Splitu
E-mail: bruno.sverko@gmail.com

Prof. dr. sc. Ivan Katavić

Znanstveni savjetnik u trajnom zvanju
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split
E-mail: katavic@izor.hr

MOGUĆNOSTI PRIMJENE INTEGRIRANE MULTITROFIČKE AKVAKULTURE (IMTA) U REPUBLICI HRVATSKOJ

UDK / UDC: 639.3(497.5)

JEL klasifikacija / JEL classification: Q22, Q53

Stručni rad / Professional paper

Primljeno / Received: 3. svibnja 2016. / May 3, 2016

Prihvaćeno za tisak / Accepted for publishing: 12. listopada 2016. / October 12, 2016

Sažetak

Integrirana multitrofička akvakultura (IMTA) pretpostavlja uzgoj organizama na različitim trofičkim razinama u istome uzgojnom području. Takav je primjer i kombinacija uzgoja ribe i/ili rakova s uzgojem školjkaša koji se hrane filtracijom suspendiranih čestica iz morske vode. Time se umanjuje nagomilavanje organskih otpadnih tvari u okolišu jer integralni pristup omogućava konverziju otpadnih nutrijenata, ubrzan rast i dobar indeks kondicije školjkaša u blizini uzgajališta riba te ekonomsku isplativost. IMTA je jedan od efikasnijih načina uzgoja koji uz to pridonosi i očuvanju ekosustava. Na hrvatskoj strani Jadrana zasad je određeno samo nekoliko zona za integriranu marikulturu u kojima se planira uzgoj ribe i školjkaša, no svakako ima potencijala za razvoj jer su oligotrofni sustavi tipični za Jadransko more.

Ključne riječi: IMTA, ribe i rakovi, školjkaši, otpadni nutrijenti, Hrvatska.

1. UVOD

Kad je riječ o marikulturi i potencijalima koje Republika Hrvatska ima, onda se, među ostalim, uvijek ističu: povoljni okolišni uvjeti, tradicija (primjerice, uzgoj školjkaša započeo je prije nekoliko stoljeća, a uspon je doživio u prošlom stoljeću) i uzgoj morske ribe koji traje već 40-ak godina i među najstarijim je u Europi. Plavoperajna tuna, *Thunnus thynnus*, uzgaja se od 1996. Strateški je cilj nacionalne akvakulture proizvodnja hrane iz mora visoke prehrabene vrijednosti uz ekonomski i ekološki održivu proizvodnju, čemu u prilog idu povoljni geomorfološki i okolišni čimbenici te praksa prostornog planiranja marikulturnih zona na načelima integralnog upravljanja obalnim područjima. Sve su to dobre pretpostavke za razvoj marikulture na istočnoj Jadranskoj obali.

Postoje i problemi koji otežavaju razvoj marikulture. To su zasigurno slabo razvijena obalna infrastruktura, nedostatni kapaciteti postojećih mrijestilišta i nepostojanje mrijestilišta za školjkaše. Treba imati na umu i mogućnost bijega jedinka stranih vrsta iz uzgajališta u prirodu, što može dovesti do njihova križanja s jedinkama iz prirode i izmjene genetskih obilježja. Dodatne su teškoće nedostavno razvijeni radni uvjeti koji se tiču zdravlja i sigurnosti, zatim nedostatak lijekova registriranih u RH i ograničenja za provedbu liječenja ribe u uzgoju te nedefinirane epidemiološke zone. Problemi nastaju i u ekosustavu, koji može biti ugrožen zbog organskog otpada stvorenoga u proizvodnom procesu.¹

Upravo integriranom akvakulturom iskorištava se nepojedena² riblja hrana i metabolički nusproizvodi pri uzgoju riba kao izvor hrane u drugom podsustavu, i time se povećava produktivnost ukupnog sustava i smanjuje negativni utjecaj na okoliš (FAO 2009). Uzgojem ciljanih vrsta nastali nutrijenti zadovoljavaju, ili bi trebali zadovoljiti, hranidbene potrebe drugih organizama koji se hrane filtracijom i asimilacijom, pa su različite skupine organizama i izmjena nutrijenata među njima u proporcionalnom odnosu. Integrirana akvakultura, koja imitira prirodni ekosustav i čuva biološku raznolikost, trebala je ublažiti posljedice intenzivne akvakulture/marikulture, na što upućuju brojna interdisciplinarna istraživanja. Povećanje produktivnosti i ekonomičnosti, te smanjivanje negativnih utjecaja na okoliš dostatni su razlozi za promicanje integrirane akvakulture gdje god je to moguće, dakako uz pomoć suvremenih zootehničkih rješenja. Naime, integrirana akvakultura datira otprije nekoliko stoljeća³, a u azijskim zemljama, napose u Kini, ona je tradicionalna.

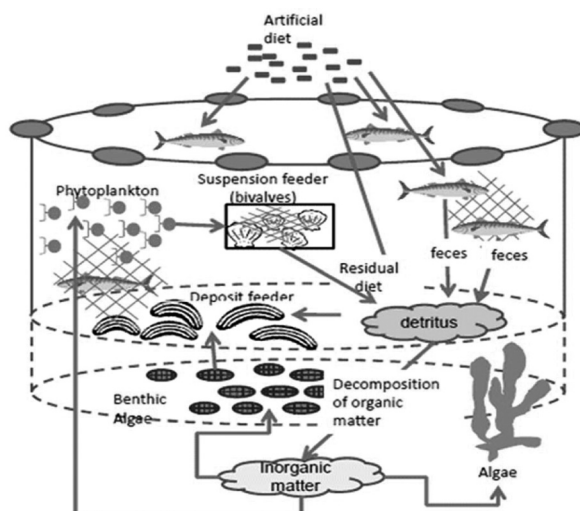
Integrirani multitrofički uzgoj organizama (slika 1.) jedna je od tehnika za smanjivanje negativnoga utjecaja intenzivne proizvodnje ribe i rakova na okoliš uz, naravno, i povećanu produktivnost. Naime, intenzivni uzgoj riba i rakova podrazumijeva i unos dodatnih izvora hrane i nutrijenata u okoliš, čega je posljedica negativno biokemijsko djelovanje na vodeni stupac, sediment i bentoske

¹ Strateška studija o utjecaju na okoliš. Operativni program za pomorstvo i ribarstvo Republike Hrvatske za programsko razdoblje 2014.-2020. (2015)

² Ostaci nepojedene riblje hrane, fecesa i drugih metaboličkih nusprodukata u blizini uzgoja stvaraju višak nutrijenata koji mogu proizvesti lokalnu hipernutrikaciju i intezivirati razvoj fitoplanktona.

³ Vjerojatno je najstariji oblik integrirane akvakulture višestoljetni kombinirani uzgoj riže i riba u Kini.

zajednice. Integrirani pak uzgoj organizama kombinacija je uzgoja ribe i/ili rakova s uzgojem školjkaša koji se hrane filtracijom suspendiranih čestica iz morske vode, ili pak akvatičnog bilja što se hrani ekstrakcijom anorganskih čestica iz vode. Tako se školjkaši te morske alge i puževi upotrebljavaju kao neselektivni filtratori – „čistači“. Na taj način ublažava se hipernutrikacija, a umjesto skupe razgradnje i zbrinjavanja integralni pristup omogućava konverziju otpadnih nutrijenata u tržišno vrijedne proizvode. Smanjenje negativnih utjecaja na okoliš i unapređenje dugoročne održivosti akvakulture jesu glavni izazovi kojima integrirani multitrofički uzgoj nudi rješenja (FAO 2004).



Slika 1. IMTA: shematski prikaz

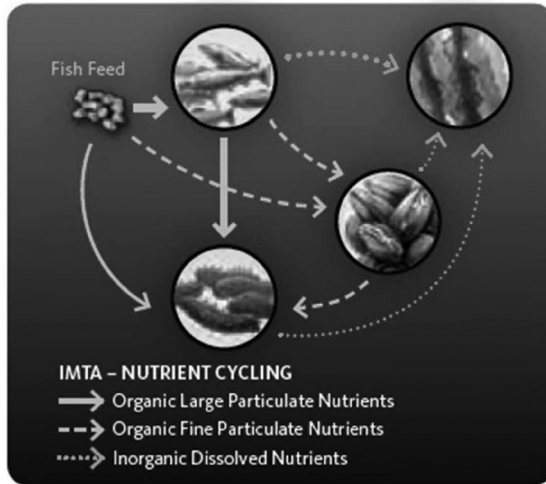
Izvor: https://www.jircas.affrc.go.jp/english/program/proC_6.html

2. INTEGRIRANA MULTITROFIČKA AKVAKULTURA (IMTA)

2.1. Definicija

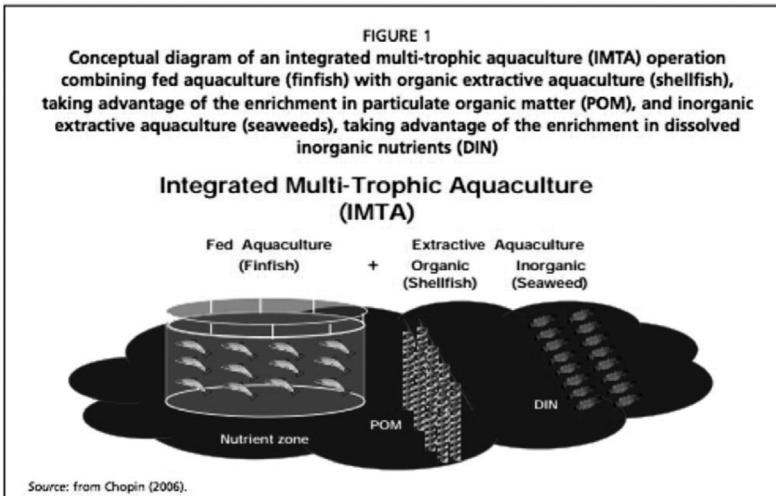
Integrirana multitrofička akvakultura (*Integrated Multi-Trophic Aquaculture* – IMTA) pretpostavlja uzgoj akvatičkih organizama koji se hrane na različitim trofičkim razinama u istome uzgojnom području (Barrington i sur. 2009.). Sam pojam IMTA nije istovjetan pojmu „polikultura“, kao što bi se na prvi pogled to moglo pretpostaviti jer se *polikultura* može odnositi i na uzgoj dviju ili više vrsta riba s različitim preferencijama u prehrani. Zato se pojmu „integrirana“ naglašeno pridodaje pojam „*multitrofička*“ *integrirana akvakultura* kako bi se upravo naglasila optimalna upotreba različitih trofičkih i nutritivnih razina u uzgoju (Chopin i Robinson 2004.; Troell i sur. 2009.). IMTA

svoju najveću primjenu ima u kopnenim uzgajalištima riba i rakova zajedno s makroalgama i školjkašima, ili morskim puževima. Nusprodukti pri uzgoju riba ili rakova hrana su filtracijskim organizmima, poput školjkaša; alge se koriste nutrijentima za umnožavanje vlastite biomase, na kojoj profitiraju herbivorni beskralježnjaci, poput puževa, ježinaca i dr. (slika 2. i 3.).



Slika 2. IMTA: Kruženje nutrijenata

Izvor: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/sci-res/imta-amti/imta-amti-eng.htm>



Slika 3. IMTA: integrirani uzgoj riba i školjkaša s morskim algama (prema: Barrington i sur. 2009:10)

Uz integrirani uzgoj riba ili rakova zajedno s morskim algama na Dalekom istoku, komercijalna se integrirana akvakultura prakticira i u SAD-u, Kanadi, Čileu, Irskoj, Južnoj Africi, Velikoj Britaniji, Švedskoj i Izraelu, dok se u Norveškoj, Španjolskoj i Portugalu (FAO 2009) provode eksperimentalna istraživanja.⁴

IMTA na Mediteranu, uključivši i Hrvatsku, još uvijek nije polučio zapažene rezultate i još je uvijek limitiran pokusnim istraživanjima lokalnog značenja, ali oni bi ipak trebali biti temelj za početak proizvodnje u skladu s mogućnostima, proklamiranim ciljevima i očekivanjima - što se tiče profita i što se tiče zaštite okoliša (FAO 2009).

2.2. Prevladavajući tipovi IMTA-a

Dva su tipa IMTA koji se razlikuju prema načinu prehrane uzgajanih organizama:

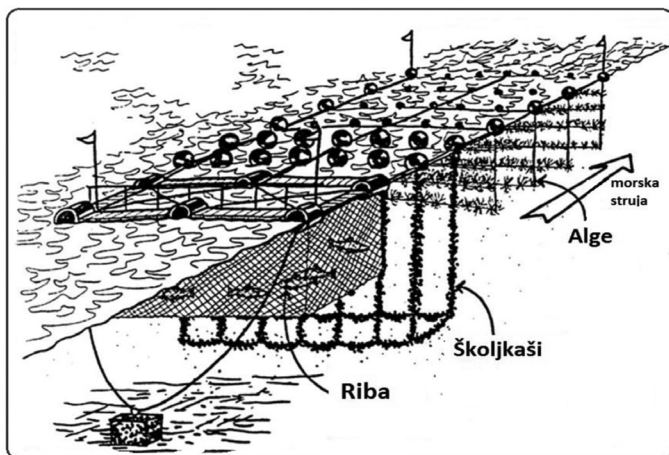
- I. uzgoj ekonomski vrijednih organizama (ribe i rakovi) na bazi dodatnih hranidbenih izvora, poput kompleksne formulirane hrane ili prirodne, neprerađene sitne plave ribe;
- II. uzgoj školjkaša i morskih alga koji svoje izvore hrane nalaze u okolišu; školjkaši filtriraju iz vode nepojedene ostatke riblje hrane i plankton, dok alge povećavaju svoju biomasu uz pomoć sunčeve svjetlosti, asimilirajući pritom razgrađene anorganske čestice iz vode. Tako ti organizmi, uz pravilnu biotehnologiju, mogu nusprodukte uzgoja pretvoriti u ekonomski iskoristivu biomasu a vodene medije zasićene otpadnim nutrijentima u čiste vode (Chopin i sur. 2010.).

Na ovaj način, nusprodukti riba i rakova postaju izvor hrane školjkašima, puževima, morskim algama i drugim organizmima koji se hrane filtracijom, čineći integriranu akvakulturu ekonomski isplativom, konkurentnom tradicionalnoj proizvodnji, dugoročno održivom, ekološki prihvatljivom i socijalno opravdanom. Pravilnom integracijom tradicionalne monokulture u trofički integrirani sustav uzgoja, metabolički nusprodukti postaju izravan izvor hrane i poželjan novi komercijalni proizvod. Ovakvim uzgojem uklanja se i velik udio organskoga i anorganskog dušika, ugljika i fosfora. Kohabitacija više različitih skupina organizama koji se hrane na različitim trofičkim razinama i uzgajaju različitim tehnologijama, zahtijeva značajne kompromise u upravljanju integriranom farmom (Župan 2012.). Premda takvi kompromisi mogu ponekad dovesti do inferiornijih proizvodnih rezultata u uzgoju ciljane vrste u usporedbi s rezultatima uzgoja te iste vrste u monokulturi, ipak IMTA, ako je pravilno proveden, može polučiti bolji ekonomski učinak, dugoročnu održivost i manji negativan utjecaj na okoliš (Neori i sur. 2004.).

⁴ Župan (2012: S128 prema Barrington i sur. 2009.) navodi još i Francusku, Italiju i Hrvatsku kao zemlje u kojima su zabilježena znanstvena istraživanja na eksperimentalnoj razini.

2.3. IMTA na otvorenim morima

Integrirani pristup u kaveznom uzgoju marikulture na otvorenome moru (slika 4.) teže je ostvariv od kopnenih integriranih sustava koji su se pokazali ekonomski i ekološki uspješnima. Naime, iskorištavanje nutrijenata na otvorenome moru otežano je zbog trodimenzionalnosti otvorenih voda, horizontalnoga i vertikalnog transporta vodenih masa, kao i zbog činjenice da svaka lokacija zbog specifičnih parametara iziskuje pravilno razrađenu uzgojnu tehnologiju koja bi na najbolji način iskorištavala različite trofičke nivoe tog akvatorija.



Slika 4. Shematski prikaz načela IMTA na otvorenome moru
(Župan 2012: 6, prema FAO 2009)

Otopljeni nutrijenti i organske čestice raspršeni u velikom volumenu vode i pri njezinu jačem strujanju ne zadržavaju se u ograničenom prostoru. Povećana koncentracija potencijalno iskoristivih hranjivih tvari nastaje nakon hranjenja u kratkim razdobljima kad školjkaši (ili drugi organizmi) zbog ograničenosti probavnog sustava ne mogu probaviti veću količinu hranjivih tvari, nego ih izlučuju u obliku pseudofecesa.

Rezultati nekih istraživanja o razvoju IMTA pokazuju vrlo male ili nikakve razlike u prirastu školjkaša uzgajanih u blizini kaveza s ribom, i upućuju na slab potencijal. Tako je, primjerice, Bajnoci (2014.) u svojem istraživanju u Bistrini u Malostonskom zaljevu potvrdio analize prethodnih istraživanja prema kojima rast dagnje (*Mytilus galloprovincialis*) u duljinu, širinu i visinu ne pokazuje statistički značajne razlike po postajama, tj. da dagnje postavljene bliže kavezima s ribom ne pokazuju brži rast od udaljenijih od kaveza.

Druge pak studije pokazuju suprotno. Naime one dokazuju da školjkaši učinkovito iskorištavaju otopljene čestice – nusprodukte uzgoja pokazujući

ubrzan rast i dobar indeks kondicije⁵ školjkaša u blizini uzgajališta riba, što znači i dobru ekonomsku računicu.

No unatoč svim ovim pozitivnim naznakama, IMTA još nije u potpunosti zaživio na otvorenim morima, dok u priobalnim sustavima ima sve veću komercijalnu važnost. Ipak, ne smije se zanemariti činjenica da i u *off-shore* akvakulturnim sustavima postoje potencijali za integraciju različitih skupina organizama. Dakako, oni zahtijevaju primjenu odgovarajuće tehnologije.

Dostupne su različite studije o utjecaju kaveznog uzgoja na proizvodnju školjkaša, te se može zaključiti da uzgoj filtratornih organizama u blizini kaveza s ribom ima potencijal smanjenja nakupljanja suspendiranih čestica, a time, posljedično, i otopljenog dušika i fosfora, čime se smanjuje učinak moguće proliferacije toksične algalne cvatnje. U blizini uzgajališta razvijaju se i velike prirodne populacije školjkaša, morskih puževa, zvjezdača, ježinaca, trpova i drugih potencijalno iskoristivih organizama u multitrofičkoj marikulturi.

Također, integrirani uzgoj znači racionalizaciju i maksimalno iskorištavanje vrijednog obalnog prostora, povećanje produktivnost po jedinici unesene hrane, te smanjivanje negativnih utjecaja uzgoja na okoliš. Diversifikacija proizvodnje jamči veću sigurnost proizvođača na tržištu jer je manji poslovni rizik poduzetničkog zahvata.

Iz svega ovog nije teško prepoznati razvojni potencijal IMTA i na otvorenim morima, u koju svrhu su potrebna daljnja razvojna istraživanja primjenjiva u proizvodnoj praksi. Tome će učinkovito pridonijeti i novi zakoni i pravila temeljena na načelima konferencije o budućnosti Zemlje Rio 92, kao što je „zagađivač plaća“ (*polluter pays*). Jednako tako, subvencije za korisno zbrinjavanje ispuštenih nutrijenata, kao i eventualna korekcija koncesijskih naknada prema količini nutrijenata ispuštenih u okoliš, mogu biti stimulativni za uvođenje IMTA suprotno od trenutno prevladavajuće intenzivne monokulture.

3. MULTITROFIČKA MARIKULTURA U REPUBLICI HRVATSKOJ

3.1. Trenutačno stanje na hrvatskom Jadranu

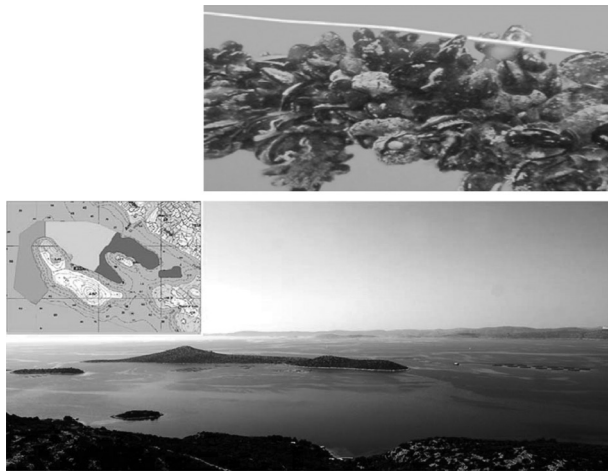
Razvoj multitrofičke marikulture u Hrvatskoj još uvijek je na samom početku. Integrirana marikultura ribe i školjkaša tek se počela pojavljivati u prostornom planiranju i u studijama utjecaja na okoliš. Na hrvatskoj strani Jadrana zasad je određeno samo nekoliko zona za integriranu marikulturu u kojima se planira uzgoj ribe i školjkaša. U 2014. godini u registru uzgajivača Ministarstva poljoprivrede, među ostalim podacima, za uzgoj monokultura naznačeno je da

⁵ Indeks kondicije (IK) je postotak količine mesa koji zauzima prostor unutar ljuštore školjkaša. To je čimbenik koji upozorava na pogodnost nekog područja za uzgoj školjkaša. Veličina indeksa kondicije ovisi o sezoni mriještenja, o količini planktona i o ekološkim čimbenicima (temperatura, slanost i otopljeni kisik) (Marušić i sur. 2009. Ima više metoda izračunavanja indeksa kondicije (v. Davenport i Chen 1987.).

ima “10 lokacija polikulture (uzgoj bijele ribe i školjkaša)”, dakle planiranog IMTA.

U područjima s dugom tradicijom u uzgoju školjkaša, u Limskom kanalu i Malostonskom zaljevu, prakticira se uzgoj bijele ribe, lubina (*Dicentrarchus labrax*) i komarče (*Sparus aurata*). U Piranskom zaljevu lubin se uzgaja od 1985. godine, a komarča od 1990. godine (Usich 2014: 14). S obzirom na specifične uvjete većeg dijela istočne jadranske obale, lubin je u usporedbi s komarčom poželjnija vrsta za uzgoj (Katavić i Vodopija 2001.).

U Zadarskoj županiji, s vodećim mjestom u marikulturi u Hrvatskoj, prostornim planom temeljenom na načelima Integralnog planiranja obalnim prostorom određene su zone za marikulturu, pa tako i Z1 „Košara – Žižanj” kao zona u kojoj marikultura ima prioritet nad ostalim djelatnostima. U njoj je planiran i integrirani uzgoj ribe i školjkaša. Zadarska županija očito je prepoznala mogućnost novoga, integriranog uzgoja ribe i školjkaša i pokazala je dobar primjer ostalima.



Slika 5. Integrirani uzgoj ribe i školjkaša u Zadarskoj županiji

Izvor: <http://www.ecosea.eu/hr/uzgoj-ribe-i-skoljkasa-u-polikulturi-na-podrucju-zadarske-zupanije/>

Uzgoj riba u kavezima popraćen je i tehnološkim teškoćama, među kojim se ističe obraštaj organizama na uzgojnim instalacijama, na kavezima i konopima. Kontrola obraštaja neželjenih organizama jedan je od najvećih i najskupljih izazova u marikulturi, pa tako i za IMTA, tim više jer se ponegdje koristi nedopuštenim protuobraštajnim sredstvima koja sadržavaju toksične supstance. Neka od manje toksičnih sredstva još su u postupku ispitivanja, no mnogi su rješenja pokušali naći u samoj prirodi, u prirodnim kemijskim ekstraktima morskih organizama, kao što

su spužve i koralji koji sami sebe brane obraštajem pa su im i površine čiste.⁶

Dominantan obraštajni organizam je dagnja, ali ima i drugih komercijalnih školjkaša. S obzirom na to da je dagnja često uzgajan organizam u svijetu, nametnula se logična pretpostavaka o njihovu mogućem prikupljanju iz obraštaja i daljnjem uzgoju u polikulturi s ribom, što je ujedno i mogući tehnološki model za ekonomski isplativo iskorištavanje obraštaja i za uspostavu uzgojnog procesa do poluproizvoda, ili i do konačnog proizvoda. Što se tiče školjkaša, uglavnom se uzgajaju dagnje (*Mytilus galloprovincialis*), i to najviše na području zapadne obale Istre (u Limskom kanalu). Na istočnoj istarskoj obali, u zaljevu Raši, dobri su preduvjeti za razvoj školjkaša: bočata voda zbog dotoka rijeke Raše, zatvorenost zaljeva, visoka koncentracija hranjivih soli, velika produkcija planktona, blago snižena slanost i povoljna temperatura morske vode. U uvali Budava nalaze se plutajući parkovi za ugoj dagnja uz kaveze za ribu (Marušić i sur. 2009.).

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede iz 2014. godine, godišnja proizvodnja dagnja iznosi oko 3 000 tona. Kamenice (*Ostrea edulis*) uglavnom se uzgajaju u Malostonskom zaljevu i godišnje se proizvede oko 150 tona.

Budući da nema mrijestilišta za školjkaše, uzgoj se temelji na prikupljanju mlađi dagnje i kamenice iz prirode. Za uzgoj tuna također se koristi prirodnom mlađi ulovljene plivaricama na srednjem Jadranu, koja se zatim prebacuje u transportne kaveze i oni se vuku prema uzagajalištu (Katavić 2004: 8).



Slika 6. Intergrirani uzgoj ribe i školjkaša

Izvor: <http://liderpress.hr/tvrtke-i-trzista/poslovna-scena/adris-grupa-u-razvoj-cromarisa-ulozila-gotovo-400-milijuna-kuna/>

⁶ Više o tome u *Science for Environmental Policy: Sustainable Aquaculture* (2015.)

U Splitsko-dalmatinskoj županiji definirane su zone za integrirani uzgoj školjkaša i ribe u kojima se očekuje znatan uzgojni kapacitet bijele i plave ribe, uz proširenje školjkarske proizvodnje (Župan i sur. 2012.). I druge su županije u prostornoplanskoj dokumentaciji pokazale interes za uzgoj ribe i školjkaša, što je pretpostavka za daljnji razvoj hrvatske marikulture (*Nacionalni strateški plan razvoja akvakulture za razdoblje 2014-2020. Nacrt 2015.*).

3.2. Perspektiva i strategija

IMTA zasigurno ima razvojnih potencijala i na Jadranu. Zbog činjenice da je to u najvećem dijelu oligotrofno more, a intenzivni je kavezni uzgoj u razvoju, do sada nisu zabilježeni problemi povezani s organskim unosom i eutrofikacijom (Katavić 2006: 162). Intenziviranje kaveznog uzgoja poradi unapređenja ekonomskih i ekoloških rezultata neminovno će pratiti pojačana eutrofikacija okoliša, pri čemu se nameće potreba proaktivnog promišljanja i djelovanja uz primjenu IMTA.

Pod pretpostavkom da se na 15 % morske površine uzgajališta riba integrira uzgoj školjkaša, udvostručila bi se površina na kojoj se trenutačno u Hrvatskoj odvija uzgoj školjkaša. Budući da je duljina mrežastog pergolara s konzumnom dagnjom 2 - 2,5 m, koji u trenutku izlova teži oko 15 kg, a postavlja se na plutajućem parku u razmaku od oko 0,5 m, moguće je ostvariti prosječnu masu od oko 30 kg konzumnih dagnja po metru uzgojne linije (Župan i sur. 2012: S131, prema Bavčević, usm. priopćenje). Još nisu provedena istraživanja o mogućem kapacitetu uzgoja školjkaša na postojećim uzgajalištima, ali ima nekih praktičnih iskustava na terenu iz kojih se može zaključiti da bi se primjenom IMTA, dakle, prikupljanjem postojećih obraštaja za daljnji uzgoj dagnja pored kaveza s ribama, na tih 15 % površina moglo proizvesti više od 3 000 tona nasadnih ili konzumnih dagnja. To je jednako cijeloj sadašnjoj hrvatskoj proizvodnji (30 kg/m x cca 100 000 m = 3 000 t). Budući da je intenzitet rasta dagnja ovisan o količini raspoložive hrane, primjenom tehnologije s dužim pergolarima proizvodnja po jedinici površine mogla bi se dodatno povećati.

IMTA koji uključuje školjkaše i ribe, s tehnološkog je gledišta provediv s obzirom na to da je najbrži rast dagnja zabilježen u neposrednoj blizini uzgojnih kaveza, ili na udaljenosti do 60 m od kaveza (Peharda i sur. 2007.). Na taj način, dakle uz relativno jednostavnu tehnologiju, proizvodnja dagnje mogla bi se iz nepoželjnog obraštaja pretvoriti u poželjan i ekonomski isplativ proizvod.

Uzgoj školjkaša treba integrirati s kaveznim uzgojem ribe tako da previše ne remeti lateralni transport vodenih masa i oksigenaciju, a opet da školjkaši mogu iskoristiti hranjive komponente prije njihove disperzije. Integrirani uzgoj drugih vrsta školjkaša koji su manje zastupljeni kao obraštaj na ribljem uzgajalištu iziskuje novu, kompleksniju tehnologiju uzgoja. Ona bi se bazirala na pravilnom postavljanju kolektora za prikupljanje mlađi i relevantnom načinu nastavka uzgoja. Za to bi trebalo provesti daljnja istraživanja kako bi se pokazalo na koji se način

moгу uzgajati nove vrste školjkaša, i koja je njihova ekonomska opravdanost.

Što se tiče perspektive marikulture u RH, više je otvorenih pitanja, bez obzira na vrstu uzgoja (Katavić i sur. 2005.). RH je propisala posebne kriterije za definiranje zona na kojima se planira obavljanje djelatnosti marikulture. Nekoliko obalnih županija planirale su zone za marikulturu na načelima integriranog upravljanja obalnim područjem. Takav pristup u skladu je s provedbom elemenata integrirane pomorske politike u okviru koje integracija različitih ekonomskih aktivnosti može pridonijeti ukupnom rastu i održivom razvoju obalnih i otočnih zajednica. S obzirom na značenje elemenata integrirane pomorske politike u budućem razdoblju, očekuje se da će upravo marikultura kao jedan od sektora ekonomskog razvoja biti bitan pokretač za razvoj ribarstva u cijelosti. Kao poveznica uzgojnoga i ulovnog ribarstva, IMTA će pritom zauzimati iznimno mjesto u daljnjem razvoju nacionalne industrije uzgoja morskih organizama.

Ako je „dugoročni strateški cilj dovesti Hrvatsku među vodeće zemlje na području proizvodnje ribe i školjkaša i postići učinkovitost na razini međunarodnih konkurenata, uz zadovoljavanje svih ekoloških i kvalitativnih standarda” (Katavić 2004: 6), onda će se do njega lakše, brže i djelotvornije doći uz pomoć novih tehnologija i uzgoja kao što je i IMTA.



Slika 7. IMTA – uzgajališta

Izvor: <http://www.longline.co.uk/site/aquaculture/IMTA>

Hrvatska je odredila svoje strateške ciljeve i prioritete do 2020. godine u svojoj *Strateškoj studiji utjecaja na okoliš*, prema kojima bi došlo do povećanja proizvodnje od 10 000 tona bijele ribe, minimalno 3 000 tona plavoperajne tune⁷, ovisno o međunarodnim kvotama, i 5 000 tona kalifornijske pastrve uzgojene u moru, dakako uz poštovanje načela ekonomske i ekološke održivosti.

Cilj je također izgraditi nova i modernizirati postojeća mrijestilišta bijele ribe te povećati proizvodnju na 40 000 000 komada mladi. Što se tiče mrijestilišta za školjkaše, planira se povećati proizvodnju na minimalno 20 000 000 komada mladi školjkaša, a u uzgajalištima i rast proizvodnje na 5 000 tona.

⁷ O planiranju uzgoja plavoperajne tune na hrvatskoj strani Jadrana više u Katavić i sur. (2003.).

4. ZAKLJUČAK

Hrvatska ima velike mogućnosti za razvoj marikulture, za globalne tržišne izazove, za primjenu novih tehnologija i uvođenje novih vrsta uzgoja. Budući da uzgojem morske ribe potpuno dominira kavezni način, te da je unapređenjem zootehnike, napose hranidbe, smanjena količina otpadnih produkata iz kaveznog uzgoja, i dalje je potencijalni rizik od prevelikog unosa nutrijenata u okoliš. IMTA je upravo jedan od ekološki učinkovitih i izvjesno isplativih uzgoja.

Multitrofična marikultura, kao i bilo koji drugi segment marikulture, treba biti integrirana u lokalne prostorne planove. Prostorno planiranje marikulture na načelima integralnog upravljanja jedna je od bitnih pretpostavka za održivi razvoj ovoga sektora u sinergiji s drugim kompatibilnim ljudskim aktivnostima u priobalnome morskom okolišu.

LITERATURA

Bajnoci, A. 2014. *Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na kondiciju dagnji (Mytilus galloprovincialis) u Bistrini*. Diplomski rad. Sveučilište u Dubrovniku.

Barrington, K.; Chopin, Th. & Robinson, Sh. M. C. 2009. Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine waters, in Soto, D. (ed.). *Integrated mariculture: a global review. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 529. Rome: FAO, 7-46.

Chopin, Th. & Robinson, Sh. M. C. 2004. Defining the appropriate regulatory and policy framework for the development of integrated multi-trophic aquaculture practices: introduction to the work shop and positioning of the issues. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104(3). 4-10.

Chopin, Th.; Troell, M.; Reid, G. K.; Knowler, D.; Robinson, Sh. M. C.; Neori, A.; Buschmann, A. H. & Pang, Sh. 2010. Integrated Multi-Trophic Aquaculture. Part II. Increasing MTA Adoption. *Global Aquaculture Advocate*. 17-20.

Davenport, J. & Chen, X. 1987. A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel (*Mytilus edulis* L.). *J. Molluscan Stud.* 53. 293-297.

FAO (2004). *The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organisation of the United Nations*. Rome: FAO.

FAO (2009). *Integrated mariculture – a global review. Food and Agriculture Organisation of the United Nations*. Rome: FAO.

Katavić, I. & Vodopija, T. 2001. Razvojne mogućnosti marikulture u Republici Hrvatskoj. *Ribarstvo* 59 (2). 71-84.

Katavić, I.; Tičina, V. & Franičević, V. 2003. Bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) farming on the Croatian coast of the Adriatic Sea – present stage and future plan, in Bridges, C. R., Gordin, H. & Garcia, A. (eds.). Domestication of the Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus thynnus*. *Cashiers Options Mediterraneeennes* Vol. 60. 101-106.

Katavić, I. 2004. Strateške smjernice za razvoj hrvatske marikulture. *Naše more* 52 (1-2). 6-11.

Katavić, I.; Herstad, T-J.; Kryvi, H.; White, P.; Franičević, V. & Skakelj, N. (eds.). 2005. Guidelines to marine aquaculture planning, integration and monitoring in Croatia. Project ‘‘Coastal zone management plan for Croatia’’, Zagreb, pp. 78.

Katavić, I. 2006. Rizici eutrofikacije kao posljedica nekontrolirane hranidbe riba u kaveznom uzgoju riba. *Krmiva* 48(3). 157-164.

Marušić, N.; Vidaček, S.; Medić, H. & Petrak, T. 2009. Indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u uvali Budava i u zaljevu Raša. *Ribarstvo* 67 (3). 91-99.

Ministarstvo poljoprivrede. Uprava ribarstva. Akvakultura. Dostupno na: <http://www.mps.hr/ribarstvo/default.aspx?id=14> [25. 4. 2016.]

Nacionalni strateški plan razvoja akvakulture za razdoblje 2014-2020. Nacr. 2015. Dostupno na: http://www.mps.hr/ribarstvo/UserDocsImages/akvakultura/NSPA%202014-2020_hrv.pdf [25. 4. 2016.]

Neori, A.; Chopin, Th.; Troell, M.; Buschmann, A. H.; Kraemer, G. P.; Halling, C.; Shpigel, M. & Yarish, C. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution, and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* 231. 361-391.

Peharda, M.; Župan, I.; Bavčević, L.; Frankić, A. & Klanjšček, T. 2007. Growth and condition index of mussel *Mytilus galloprovincialis* in experimental integrated aquaculture. *Aquaculture Research* 38. 1714-1720.

Science for Environment Policy 2015. *Sustainable Aquaculture*. Future Brief 11. Brief produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. Dostupno na: <http://ec.europa.eu/science-environment-policy> [25. 4. 2016.]

Strateška studija o utjecaju na okoliš. Operativni program za pomorstvo i ribarstvo Republike Hrvatske za programsko razdoblje 2014-2020. Netehnički sažetak. 2015. Zagreb. Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za ribarstvo. Dostupno na: <http://www.mps.hr/ribarstvo/UserDocsImages/EMFF/31032015/Ne-tehni%C4%8Dki%20sa%C5%BEetak%20strate%C5%A1ke%20studije.pdf> [25. 4. 2016.]

Troell, M.; Joyce, A.; Chopin, Th.; Neori, A.; Buschmann, A. H. & Fang, J.-G. 2009. Ecological engineering in aquaculture – Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture* 297. 1-9.

Usich, M. 2014. *Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na kondiciju kamenica (Ostrea edulis) u Limskom kanalu*. Diplomski rad. Sveučilište u Dubrovniku.

Župan, I. 2012. Integralni uzgoj dagnje (*Mytilus galloprovincialis* lamarck, 1819) i kunjke (*Arca Noae* Linnaeus, 1758) na uzgajalištima riba. Doktorska disertacija. Sveučilište u Splitu - Sveučilište u Dubrovniku.

Župan, I.; Peharda, M.; Bavčević, L.; Šarić, T.; Kanski, D. 2012. Mogućnosti razvoja integrirane multi-trofičke akvakulture na Jadranu. *Ribarstvo* 70. S125-S137.

https://www.jircas.affrc.go.jp/english/program/proC_6.html [25. 4. 2016.]

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/sci-res/imta-amti/imta-amti-eng.htm> [25. 4. 2016.]

<http://www.ecosea.eu/hr/uzgoj-ribe-i-skoljkasa-u-polikulturi-na-podrucju-zadarske-zupanije/>[25. 4. 2016.]

<http://liderpress.hr/tvrtke-i-trzista/poslovna-scena/adris-grupa-u-razvoj-cromarisa-ulozila-gotovo-400-milijuna-kuna/> [25. 4. 2016.]

<http://www.longline.co.uk/site/aquaculture/IMTA/> [25. 4. 2016.]

Bruno Šverko

Student
Faculty of Maritime Studies
University of Split
E-mail: bruno.sverko@gmail.com

Ivan Katavić, PhD

Research advisor in permanent appointment
Institute of Oceanography and Fisheries, Split
E-mail: katavic@izor.hr

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF INTEGRATED MULTI-TROPHIC AQUACULTURE (IMTA) IN CROATIA

Abstract

Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) assumes the farming of organisms that feed on different trophic levels in the same farming area. Such example is the combination of farming of fish and/or crabs with shellfish farming that feed on filtration of suspended particles in seawater. In this way it is possible to reduce the accumulation of organic waste materials (eutrophication) in the environment, because the integrated approach allows the conversion of waste nutrients, rapid growth and good condition index of shellfish near fish farms, as well as the economic feasibility. IMTA is one of the more efficient ways of farming which, in addition, contributes to the preservation of the ecosystem. Currently there are only a few zones of integrated aquaculture on the Croatian side of the Adriatic Sea where the planned farming of fish and shellfish is possible. However, there is substantial potential for further development because the oligotrophic systems are typically found in the Adriatic Sea.

Key words: IMTA, fish, crabs, shellfish, waste nutrients, Croatia

JEL classification: Q22, Q53