

## Važnost laboratorijskog i eksperimentalnog rada u istraživanju mora

U objavljenom članku: »Važnost istraživanja planktona u moru« (»Naše more«, broj 1/2/3, studenog 1979. g.), prikazan je osnovni mehanizam kruženja materije i energije u moru. Naglašen je značaj dinamike odnosa između abiotičkih<sup>1</sup> ekoloških faktora i biljnih i životinjskih organizama u moru. Za istraživanje ovako složenih problema potrebna je aktivnost znanstvenika iz svih grana prirodnih nauka. More kao i sve druge životne sredine treba proučavati svestrano jer jedino tako mogu se objasniti sve njegove nepoznanice. Saznanja koja se dobiju imaju veliku važnost ne samo za objašnjavanje zakona koji vladaju u moru, već za čitavu našu planetu. Tako na primjer, fotosintetska aktivnost<sup>2</sup> planktonskih algi u morima i oceanima nije značajna samo za poznavanje produktivnosti mora (što je biomasa fitoplanktona veća, to je fotosinteza jača), već i za poznavanje fizikalnih svojstava zemljine atmosfere. Prema procjenama, oko 70% svjetske godišnje količine kisika se stvara upravo u morima fotosintezom planktonskih alga. Kisik je uvjetna supstancija za opstanak cjelokupnog života na Zemlji jer je potreban za disanje živih organizama, ali i za regeneraciju ozona u visokim slojevima zemljine atmosfere (u strotosferi, na visini od 20 do 50 km) koji je od neprocjenjive važnosti jer sprečava dolazak ubitačnih ultravioletnih zraka do površine Zemlje.

Fizikalna oceanografija koja izučava, pored ostalog, termiku mora i morske struje, također je usko povezana sa fizikom atmosfere, odnosno meteorologijom. Naime, temperatura mora i morske struje imaju velik utjecaj na raspored klime, a time i života na Zemlji. Kemijska oceanografija izučava raspored i kretanje kemijskih tvari u moru i usko je povezana sa biologijom, fizikom mora, geologijom itd.

Oceanografska istraživanja sastoje se od terenskog i laboratorijskog, odnosno eksperimentalnog rada.

U okviru terenskog rada uzimaju se uzorci za najrazličitije analize. U ovisnosti o tome što se mjeri postoje različite metode za uzimanje uzoraka. Uzorci se obično sakupljaju na istraživačkim brodovima. Na njima postoje manji laboratorijski prostori, pa se neka mjerenja mogu vršiti u toku vožnje, dok se mjerenja za koja su potrebni osjetljiviji instrumenti vrše u laboratorijama specijaliziranih instituta za istraživanje mora.

U dobro opremljenim laboratorijama postoje uvjeti za vršenje preciznih mjerenja, pa se na tim mjestima mogu postavljati eksperimenti koji služe za objašnjavanje ili provjeravanje mnogih znan-

stvenih problema. Eksperiment je osnovni način na koji se objašnjavaju prirodni zakoni. Svaki eksperiment mora imati svrhu zašto ga izvodimo. Osnovni cilj eksperimentalnog načina spoznaje je postepeno upoznavanje cjelokupne prirode u tolikoj mjeri da je možemo što bolje iskoristavati. Pri tome iskorištavanje mora biti razumno, da bi kretanje materije u poremećenom ekosistemu<sup>3</sup> moglo u kratkom roku i prirodnim putem ponovno poprimiti normalan tok. U sadašnjem trenutku razvoja civilizacije glavna je briga čovjeka kako pronaći nove izvore hrane i energije. Povećavanje proizvodnje ili iskorištavanja već postojećih prirodnih zaliha u bilo kojem obliku mora biti rezultat znanstvenog i to interdisciplinarnog planiranja, jer jedino na taj način čovjek će uspjeti održati takvo stanje životne sredine u kojem će njegove biološke potrebe biti i dalje zadovoljene. Zemlje koje posjeduju more polažu sve više pažnje na bogatstva koja ono sadrži, prvenstveno na izvor hrane. Kako ribarska privreda ovisi o količini i vrsti morskih jestivih organizama, postavlja se pitanje što sve utječe na to bogatstvo. Na ova pitanja odgovara znanost i na taj način ona se povezuje sa proizvodnim djelatnostima i utječe na njihovu produktivnost. Razvoj morskih organizama od ekonomske važnosti ovisi o nizu kemijskih, fizikalnih i bioloških parametara. Parametri kao što su temperatura, koncentracija pojedinih anorganskih ili organskih<sup>4</sup> supstancija, intenzitet i trajanje svjetlosti, morske struje, kvalitativan i kvantitativan sastav planktonskih, nektonskih<sup>5</sup> i bentoskih<sup>6</sup> organizama (odraslih i ličinačkih stadija) i njihova horizontalna i vertikalna distribucija, a svi oni promatrani kao funkcija vremena, značajni su za procjenu bogatstva mora.

Laboratorijska i eksperimentalna istraživanja koja se vrše u smjeru proučavanja ovih odnosa nisu nikad do sada bila intenzivnija. Svakim pojedinim znanstvenim područjem istraživanja bavi se, zbog specifičnosti i opsežnosti posla, poseban stručnjak ili grupa stručnjaka. Snimanjem postojećeg stanja na terenu, što uključuje uzimanje uzoraka, analize u laboratoriju i obradu podataka, dobije se slika (tzv. nulto stanje) ekosistema mora u kojem vlada trenutačna ravnoteža između svih njegovih komponenata. Čovjeka najviše zanima interakcija između faktora okoline i individua neke biljne ili životinjske vrste. Ako treba doznati utjecaj jednog ekološkog faktora, npr. nekog zagađivača na odabrani organizam, to se mora dokazati na temelju terenskih ekoloških istraživanja i eksperimentalno.

Kod planiranja eksperimenta mora biti pažlji-

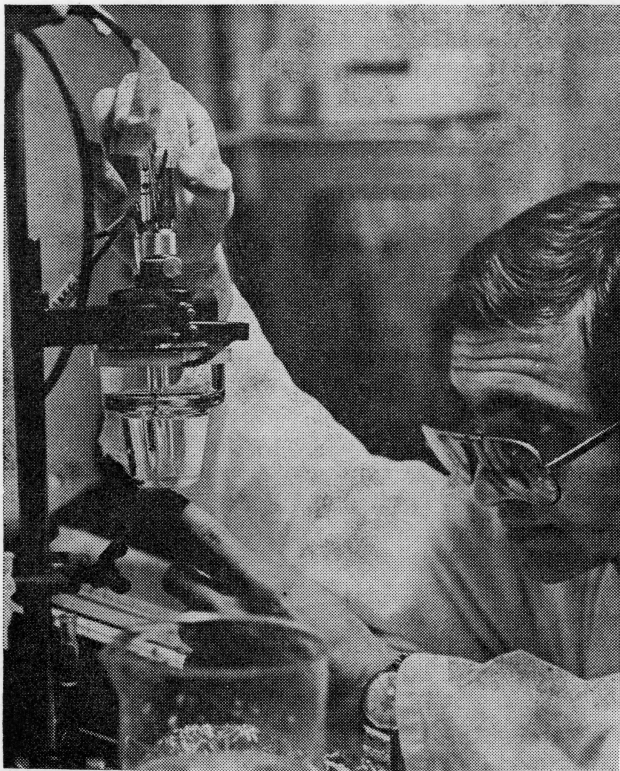
vo odabran objekt ili materijal na kojem se vrše mjerenja. Svi planktonski organizmi vrlo su osjetljivi, pa prvi reagiraju na promjene u svojoj životnoj sredini. Zbog toga efekti opaženi na njima ukazuju na buduće poremećaje unutar viših karika lanca ishrane, sve do riba. Najosjetljivija je upravo početna karika — fitoplankton, pa se razne vrste planktonskih alga vrlo često koriste kao objekt istraživanja putem eksperimenta. Kod postavljanja eksperimenta potrebno je osigurati potpuno definirane i konstantne uvjete za rast eksperimentalnog organizma u sistemu, pri čemu se uz promjene ekološkog faktora koji pratimo (npr. koncentracije zagađivača) mjeri rast ili neka druga reakcija organizma. Reakciju organizma može se pratiti također s obzirom na promjene dviju ili više ekoloških faktora u kombinaciji, što često dovodi ili do potenciranja ili do smanjenja prae-nog efekta. Za eksperimentalni rad s kulturama fitoplanktona (Sl. 1) potrebno je u prostoriji za uzgoj održavati stalnu temperaturu i svjetlost (intenzitet, trajanje), potrebno je poznavati fizikalno-kemijske karakteristike hranjive podloge u kojoj alge rastu, a u podlogama se ne smiju pored alga nalaziti bakterije ili neki drugi mikroorganizmi. Zbog toga se u tako pripremljenim kulturama sve radnje (presađivanje, uzimanje uzoraka) obavljaju uz korištenje plamenika, sterilnog pribora i ultravioletne svjetlosti. Kulture se pripremaju u posebnim staklenim posudama, Erlenmeyerovim tikvicama. U nekim kulturama može se pod normalnim uvjetima dobiti gustoća od nekoliko milijuna stanica po mililitru kulture.

U prirodi postoje različiti odnosi među vrstama, a istražuju se na temelju uspoređivanja podataka dobivenih na terenu i u eksperimentu. Tako je eksperimentalno dokazano da mnoge planktonske alge i drugi mikroorganizmi aktivno luče različite organske supstancije. Tome je često uzrok prisutnost nekog nepovoljnog faktora koji može potjecati od jedinki neke druge vrste ili od čovjeka. Izlučene organske tvari mogu djelovati kao antibiotici, pa ona vrsta koja ih luči na taj način prevladava u borbi za prostor i za izvore energije (hranu). Isto tako, izlučene organske molekule mogu se kemijski vezati sa nekom štetnom tvari, pa na taj način dolazi do bar djelomičnog uklanjanja tog štetnog faktora iz slobodne vode sedimentacijom na dno. Prema tome, živi organizmi u moru aktivno djeluju na ravnotežu u ekosistemu, a različite ekološke faktore koji potječu od samih organizama nazivamo biotičkim faktorima. Organske tvari se masovno oslobađaju kod intenzivnog rasta fitoplanktona ili nakon njegovog naglog ugibanja. Mnoge od ovih supstancija pokazuju svojstvo površinske aktivnosti (poput detergencija), pa se u prirodi javljaju kao pjene na površini mora. Za kvalitativnu i kvantitativnu analizu otopljenih organskih tvari koriste se vrlo precizne fizikalno-kemijske metode (Sl. 2). Eksperimentalna ekološka istraživanja osobito su aktualna kad se govori o najopasnijim zagađivačima kao što su npr. teški metali, pesticidi i radioaktivni elementi. Za mnoge od ovih zagađivača nije još poznato u potpunosti na koji se način kreću kroz



biosferu<sup>7</sup> i kako se raspoređuju u pojedinim karikama lanaca ishrane.

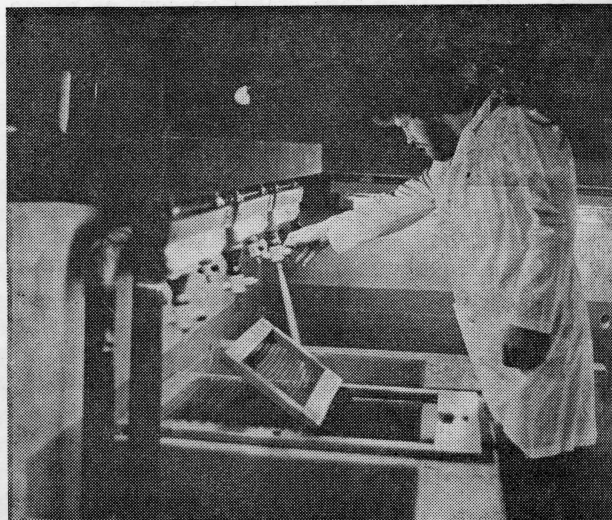
U svijetu, a i kod nas, sve je veći interes za uzgoj morskih organizama — prvenstveno ribe i mekušaca. Uzgoj neke životinje na veliko traži poznavanje ekologije dotične vrste i to ne samo odraslih jedinki nego i svih njenih razvojnih stadija (jaja, ličinki, mladih životinja). Smrtnost



Rad na analizi otopljenih organskih tvari

Iz nekoliko iznesenih činjenica može se zaključiti da se u ovom trenutku razvoja civilizacije prvih razvojnih stadija životinja je najveća, jer su u to doba one najosjetljivije. Zbog toga se kao najvažniji problem uzgoja morskih organizama smatra pronalaženje uvjeta kod kojih ličinke i mlade životinje uspješno rastu. Ishrana i održavanje odraslih organizama mnogo je lakši posao. Definiranje ekoloških faktora koji su potrebni za rast neke vrste (upoznavanje tzv. ekoloških valencija) najvažniji je zadatak eksperimentalnog rada u cilju otkrivanja metoda uzgoja morskih organizama. Na slici 3 prikazani su eksperimentalni bazeni za izučavanje biologije i ekologije riba.

i borbe čovjeka za nove izvore energije i hrane (da ne kažemo borbe za opstanak), moru posvećuje sve veća pažnja. Međutim, da bismo ga efi-



Poslužba eksperimentalnih bazena

kasnije zaštitili od nekontroliranog iskorištavanja i učinili da njegovo blago možemo i u budućnosti koristiti, a isto tako da bismo u njemu mogli proizvoditi hranu kao što to činimo na kopnu, treba ga znanstveno još bolje upoznati. Pri izučavanju brojnih prirodnih činjenica koje se međusobno isprepliću u silnu mrežu promjenljivih interakcija, nauka postaje jedinstveno tijelo u kojem kemičari, fizičari, matematičari, biolozi i drugi, zajednički rješavaju vitalne ekološke probleme.

#### OBJAŠNJENJE POJMOVA:

<sup>1</sup> Abiotički ekološki faktori — životni uvjeti okoline koji ne nastaju djelovanjem živih organizama. Npr.: sunčeva svjetlost, temperatura, vlažnost zraka, vjetar itd.

<sup>2</sup> Fotosinteza — stvaranje ugljičnih hidrata (npr. šećera) iz ugljičnog dioksida i vode uz pomoć sunčeve energije i zelenog pigmenta klorofila u biljkama.

<sup>3</sup> Ekosistem — prostor ili životna sredina sa definiranim životnim uvjetima (ekološkim faktorima) u kojem žive biljni i životinjski organizmi.

<sup>4</sup> Organske supstancije — tvari koje izgrađuju žive organizme, a u svojim elementarnim česticama, molekulama, sadrže ugljik.

<sup>5</sup> Nektoski organizmi — organizmi koji aktivno plivaju.

<sup>6</sup> Bentoski organizmi — organizmi koji žive pričvršćeni za podlogu, dno.

<sup>7</sup> Biosfera — jedinstven i složen dinamički sistem koji obuhvaća živi svijet na površini Zemlje — cjelina koja nastaje povezivanjem svih ekosistema.