

MRIJEŠĆENJE I MRESTILIŠTA PELAGIČNIH RIBA U JADRANSKOM MORU

(*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus*, *Sardinella aurita* i *Sprattus sprattus sprattus*)

THE SPAWNING AND SPAWNING AREAS OF PELAGIC FISHES

(*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus*, *Sardinella aurita* and *Sprattus sprattus sprattus*) IN THE ADRIATIC SEA

Tomo Gamulin i Jure Hure

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split — Biološki zavod, Dubrovnik

Iznose se sezonske varijacije intenziteta mriješćenja i areala rasprostranjenosti jaja srdele, incuna, srdele goleme, skuše i papaline na temelju planktonskih lovina krstarenja pučinom Jadrana i u istočnom obalnom području.

Najvažnije jadranske pelagične ribe, srdele i incun razmnožavaju se intenzivno uz obalu i na pučini skoro cijelog Jadrana do dubina oko 200 m. Mriješćenje ostalih vrsta je slabije i ograničeno na određena manja područja.

Podaci o količinskoj raspodjeli važnijih zooplanktonskih organizama ukazuju da se znatnije koncentracije podudaraju s područjima intenzivnijeg mriješćenja pelagičnih riba, osobito srdele i incuna.

The seasonal variations in the spawning intensity and in the areas of distribution of sardine, anchovy, mackerel, round sardine and sprat eggs are reported on the basis of vertical plankton hauls collected during the four cruises throughout the Adriatic Sea.

The most important pelagic fishes, sardine and anchovy, spawn intensively in the coastal and offshore waters of almost the entire North and Middle Adriatic Sea to the depth of about 200 m. The spawning of other pelagic fishes is weaker and limited to specific, smaller areas.

The investigations indicate significant concentrations of zooplankton in almost all of the sardine and anchovy spawning areas.

UVOD

Prva redovita opažanja mriješćenja pelagičnih riba u Jadranskom moru: srdele i incuna (Gamulin, 1940, 1948), skuše (Hure, 1961), papaline i srdele goleme (Gamulin, 1964, 1975a, 1975b) odnose se uglavnom na vrijeme razmnožavanja i poznavanja položaja mriješćenja. Zatim slijede intenzivnija istraživanja srdele u srednjodalmatinskom otočnom području: mriješćenja (Gamulin & Karlovac, 1956; Karlovac, 1964, 1969; Vučetić, 1971, 1975), doba oplodnje i trajanja embrionalnog razvoja (Gamulin &

Hure, 1955, 1956), te hidrografskih prilika i planktona, posebno u odnosu na njena kretanja (Gamulin, 1954; Mužinić, 1973; Škrivanić & Zavadnik, 1973). Slična problematika obuhvatila je i ostale pelagične ribe (Vučetić, 1957, 1964; Štirn, 1969; Zavadnik, 1969, 1970; i mnogi drugi) za koje je Mužinić (1979) rezimirala podatke za srednjodalmatinsko otočno područje. U novije doba jugoslavensko-talijanska suradnja omogućila je opsežnija istraživanja srdele i inćuna u većem dijelu Jadrana (Piccinetti et al., 1980), a izvršen je i pokušaj procjene veličine njihovih populacija na temelju količine jaja u planktonu na pučinskim mrestilištima (Piccinetti et al., 1979; Regner et al., 1971).

Spomenuta istraživanja odnose se uglavnom na pojedine vrste i određena područja, dok se u ovom radu iznose podaci za sve navedene pelagične ribe koji obuhvaćaju cijelu pučinu Jadranskog mora, uključujući Kvarnersku regiju i srednjodalmatinsko otočno područje. Istraživanja su izvršena od istog osoblja i na isti način što omogućava potpuniju usporedbu i bolji uvid u poznavanje ekologije pelagičnih riba.

MATERIJAL I METODIKA

Planktonski materijal je sakupljen tijekom sezonskih krstarenja brodovima Hidrografskog instituta JRM Split, Centra za istraživanje mora Rovinj — Zagreb i Biološkog zavoda Dubrovnik:

»Andrija Mohorovičić« pučinom Jadrana (25. rujna — 15. listopada 1974; 22. travnja — 13. svibnja 1975; 5—20. veljače i od 8—23. srpnja 1976) na 8 poprečnih profila i 35 stalnih postaja, ukupno 132 lovine (sl. 1).

»Vila Velebita« u Kvarnerskoj regiji (9—15. kolovoza i 18—24. studenog 1973; 18—22. veljače i 20—25. svibnja 1974) na 18 stalnih postaja, ukupno 70 lovina.

»Baldo Kosić« u srednjodalmatinskom i dubrovačkom otočnom području (9—12. srpnja i 11—15. studenog 1973; 1—9. veljače i 11.—14. svibnja 1974) na 17 stalnih postaja, ukupno 68 lovina.

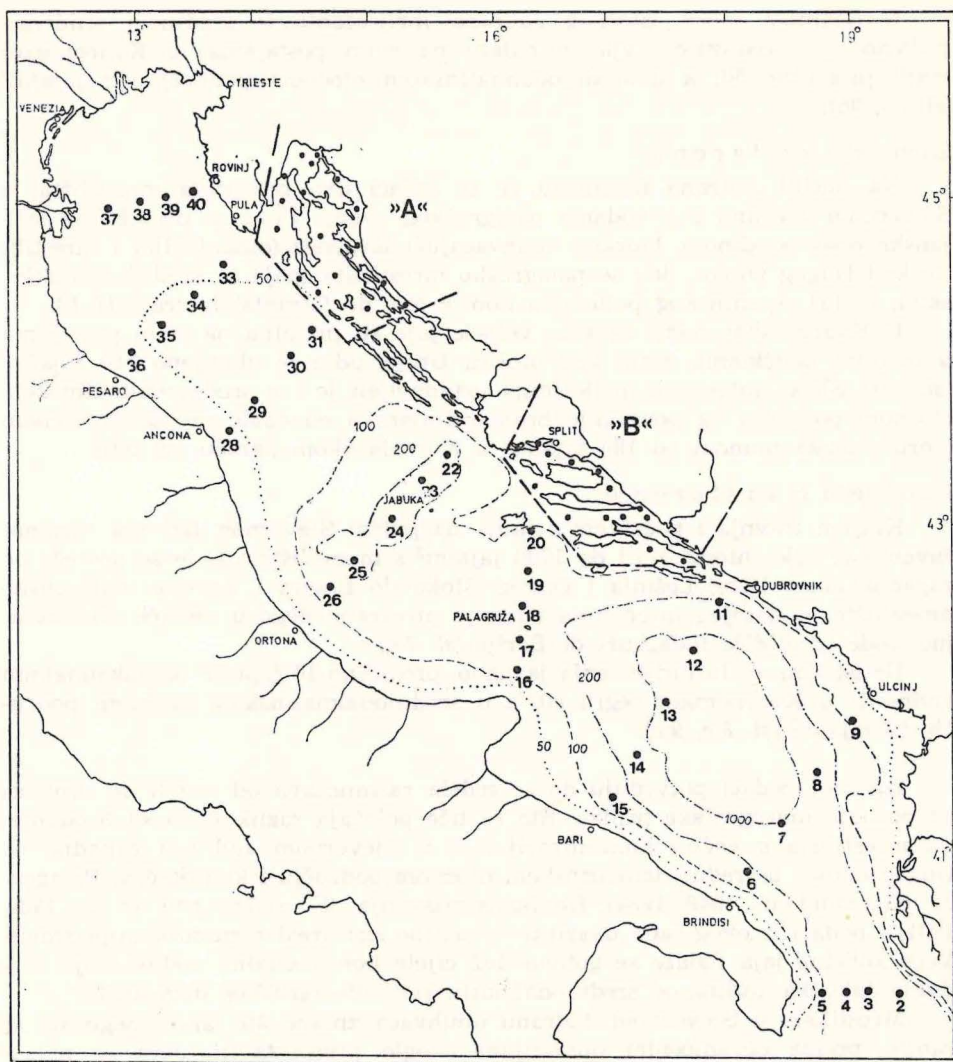
Sve planktonske lovine izvršene su vertikalnim potezima od dna do površine internacionalnom mrežom (IOSN) od 113 cm diametra, 350 cm dužine i veličine okaca 250 μ m. Uzorci su u cjelini pregledani i sve vrijednosti koje se u ovom radu iznose, odnose se na 1 m² površine mora.

Na svim postajama uzimani su hidrografski podaci, koji su za krstarenja brodova »Andrija Mohorovičić« i »Vila Velebita« već objavljeni (Vučak et al., 1982; Škrivanić & Barić, 1979), dok su oni krstarenja brodom »Baldo Kosić« pohranjeni u Biološkom zavodu u Dubrovniku, a koji se bitno ne razlikuju od do sada poznatih za istraživano područje (Buljan & Zore-Armanda, 1966).

RASPROSTRANJENOST I KOLIČINA JAJA PELAGIČNIH RIBA

SARDINA PILCHARDUS WALB.

Jaja srdele nađena su za jesenskih, zimskih i proljetnih krstarenja skoro na svim postajama kontinentalne podine pučine Jadrana i u obalnom moru njegovog istočnog dijela.



Sl. 1. Područja istraživanja. Postaje na pučini Jadranskog mora označene su brojkama od 2—40, a u Kvarnerskoj regiji (»A«) i srednjodalmatinskom otočnom području (»B«) samo točkicama.

Investigated area. Stations in the open Adriatic Sea are marked with numbers from 2 to 40, while with dots only in the Kvarner region (»A«) and the Mid-Dalmatian island area (»B«).

Jesensko krstarenje

Na pučini Jadrana u njegovom istočnom dijelu početkom listopada mriješćenje nije još započelo, dok su na zapadnoj strani u Sjevernom Jadranu i kod rta Gargana ustanovljene količine od 240, odnosno 50 jaja/m² (sl. 7a).

U obalnom moru istočnog Jadrana mriješćenje je sredinom studenog prilično uznapredovalo. Jaja se nalaze na svim postajama, u Kvarnerskoj regiji prosječno 50, a u srednjodalmatinskom otočnom području 62 jaja/m² (sl. 8a, 9a).

Zimsko krstarenje

Na pučini Jadrana formiraju se u veljači dva prostrana mrestilišta, u Sjevernom Jadranu i u vodama palagruškog praga. Prvo se proteže od talijanske obale sredinom Jadrana obuhvaćajući Kvarner (otok Unije) i mrestilište kod Dugog Otoka, dok se palagruško mrestilište spaja sa srednjodalmatinskim, a duž Apeninskog poluotoka dopire čak do Otrantskih vrata (7 b).

U Kvarnerskoj regiji tijekom veljače jaja su prisutna na svim postajama u manjim količinama, osim kod otočića Unije, gdje je ulovljeno 710 jaja/m² (sl. 8 b). Sličan intenzitet mriješćenja ustanovljen je i u srednjodalmatinskom otočnom području uz povećanje broja primjeraka od obale prema otvorenom moru s maksimumom od 180 jaja/m² u Korčulanskom kanalu (sl. 9 b).

Proljetno krstarenje

Krajem travnja i početkom svibnja na pučini Sjevernog Jadrana razmnožavanje je vrlo intenzivno i do 1700 jaja/m² s mrestilištem koje se proteže od zapadne obale Istre, Lošinja i Dugog Otoka do Pesara i Ancone. Palagruško mrestilište je slabijeg intenziteta i manje prostrano nego u veljači, obuhvaćajući vode od otočića Palagruže do Barija (sl. 7 c).

Uz istočnu obalu mriješćenja je slabo, prosječno 14 jaja/m², s maksimalnim lovinama u Kvarnerskoj regiji 80, a u srednjodalmatinskom otočnom području 94 jaja/m² (sl. 8 c, 9 c).

Iznoseni podaci potvrđuju da se srdela razmnožava od jeseni do proljeća uz poznate hidrografske prilike. Što se tiče položaja razlikovana su 3 odvojena mrestilišta s većim koncentracijama: u Sjevernom Jadranu zapadno od Dugog Otoka, u srednjodalmatinskom otočnom području i kod otočića Palagruže (Gamulin, 1949, 1954). Novija istraživanja (Piccinetti et al., 1980, 1981) i podaci iz ovog rada ukazuju na znatno širi areal razmnožavanja srdele. Veće količine jaja nalaze se gotovo duž cijele kontinentalne podine koju razdvaja Jabučka kotlina od srednjodalmatinskog i Palagruškog mrestilišta.

Mrestilište u Sjevernom Jadranu obuhvaća znatno širi areal nego što se ranije, prema ograničenim opažanjima moglo pretpostaviti. Jaja se nalaze posvuda osim u obalnom dijelu pored ušća talijanskih rijeka. Mriješćenje je najslabije u jeseni, a najintenzivnije sredinom proljeća kada su ustanovljene i najveće količine jaja.

U Srednjem Jadranu odvojenost srednjodalmatinskog i palagruškog mrestilišta došla je do izražaja za vrijeme jesenskog i proljetnog krstarenja. Naprotiv, u veljači, kad je razmnožavanje najintenzivnije, oba mrestilišta su spojena, a prema jugu duž talijanske obale jaja se nalaze čak do Otrantskih vrata. Pri razmatranju rasprostranjenosti jaja treba imati u vidu i neznatnu udaljenost palagruškog i srednjodalmatinskog mrestilišta, te mogućnost pomicanja jata srdele. Također i embrionalni razvoj jaja, koji u to doba traje do 4 dana, omogućava širu rasprostranjenost djelovanjem struja, koje naročito ovim područjem, od istočne obale kruže palagruškim pragom prema Apeninskom poluotoku i Otrantskim vratima.

Iz svega proizlazi da se srdela razmnožava širom cijele kontinentalne pcdine s većim koncentracijama jaja na spomenutim mrestilištima, koja vremenski i prostorno često znatnije osciliraju. Nema ih, ili su vrlo vrijetka u plićem moru pored ušća sjeverno-talijanskih rijeka, u dubini Jabuke, južno-jadranskoj kotlini i u istočnom obalnom moru Južnog Jadrana. Uprkos brojnim istraživanjima za ovu najvažniju ribu Jadrana još uvijek nema dovoljno podataka da bi se mogla izvršiti procjena intenziteta mriješćenja, odnosno veličine njenih populacija.

ENGRAULIS ENCRASICOLUS L.

Istraživanja su potvrdila da se inćun razmnožava u toplije doba godine, od sredine proljeća do početka jeseni.

Proljetno krstarenje

Na otvorenom Jadranu krajem travnja i početkom svibnja mriješćenje je već uznapredovalo, a uočavaju se tri odvojena areala znatnijih koncentracija jaja. U Sjevernom Jadranu mrestilište obuhvaća prostorno područje s većim koncentracijama uz talijansku obalu od Pesara do Ancone i sredinom pučine. Sjeverno od tog areala, duž profila Rovinj-Venecija i uz istočnu obalu razmnožavanje je vrlo slabo. Drugo mrestilište prostire se palagruškim pragom s većim koncentracijama kod Visa, Lastova i Korčule, te uz talijansku obalu od rta Gargana do Barija. Jedan maksimalni nalaz od 600 jaja/m² kod Ulcinja indicira treće mrestilište na koje je Merker (1976) već ranije svratio pozornost (sl. 10 a).

Uz istočnu obalu mriješćenje je u svibnju neznatno, u Kvarnerskoj regiji prosječno 16, a u srednjodalmatinskom otočnom području 6 jaja/m² (sl. 11 a, 12 a).

Ljetno krstarenje

Istraživanja u srpnju izvršena su u optimalno doba razmnožavanja inćuna. Intenzivno mriješćenje obuhvaća tako reći cijeli otvoreni Jadran, osim zapadnog dijela dubine Jabuke i južnojadranske kotline (sl. 10 b).

U Kvarnerskoj regiji i u srednjodalmatinskom otočnom području mriješćenje je znatno slabije s prosječnim količinama 23, odnosno 32 jaja/m² (sl. 11 b, 12 b).

Jesensko krstarenje

Krajem rujna i početkom listopada jaja su ustanovljena samo na prostranom arealu zapadnog dijela Sjevernog Jadrana i uz rt Gargana, dok je duž istočne obale mriješćenje skoro sasvim prestalo (sl. 10 c).

Steuer je već 1913. iznio raspodjelu jaja inćuna od Trsta do Otranta, do danas jedini podatak o razmnožavanju jedne pelagične ribe po cijelom Jadranu. Naročito upozorava na nalaze u obalnom moru, te duž istočne i zapadne obale Južnog Jadrana, što potvrđuju i naši podaci. Uzevši u obzir i ostala istraživanja (Vučetić, 1964; Zavodnik, 1969; Piccinetti et al., 1980, 1981) položaji s većim koncentracijama jaja inćuna zauzimlju širi areal nego kod srdele. To se naročito odnosi na plići dio Sjevernog Jadrana,

te vanjske vode istočne obale u blizini kotline Jabuke, kod Dubrovnika i Ulcinja. Razmnožavanje u Kvarnerskoj regiji i srednjodalmatinskom otočnom području nešto je slabije nego kod srdele.

Prostraniji areal razmnožavanja inćuna, koji obuhvaća gotovo sve vode Jadranskog mora, osim dijela Jabučke kotline i Južnog dubokog Jadrana, mogao bi se objasniti ujednačenijim i prikladnijim ljetnim temperaturama gornjih slojeva, kao i njegovom većom tolerancijom prema oscilacijama slanosti plićih voda.

SCOMBER SCOMBRUS L.

Jaja skuše nađena su samo na pučini tijekom zimskog i proljetnog krstarenja. U veljači prilično su brojna na profilu od o. Visa do Palagruže, a manje količine ustanovljene su uz talijansku obalu od rta Gargana do Brindisija. Sredinom proljeća razmnožavanje je znatno slabije s pojedinačnim nalazima duž istočne obale od palagruškog mrestilišta do Rovinja (sl. 13).

Podaci potvrđuju postojanje zimskog mrestilišta skuše kod Palagruže s gotovo istim količinama jaja kao u 1959. i 1960. (Hure, 1961). Otvoreno je pitanje da li manje količine uz talijansku obalu ukazuju na nešto prošireni areal palagruškog mrestilišta ili je to rezultat transporta izlaznom strujom. Pojedinačni nalazi jaja sredinom proljeća od otoka Visa do Rovinja indiciraju kretanje skuše duž istočne obale što se podudara s nalazima njenih larva na pučini Srednjeg i Sjevernog Jadrana (Karlovac, 1962). Istraživanje Kvarnerske regije nisu potvrdila starije podatke o mriještenju skuše (Lissner, 1939).

SARDINELLA AURITA V a 1.

Jaja srdele goleme ili afričke srdele ustanovljena su samo u srpnju: na pučini Jadrana po dva primjerka kod o. Visa i Barija, 13 na profilu Ulcinj—Brindisi, a u srednjodalmatinskom otočnom području 5 jaja u Splitskom i Neretvanskom kanalu (sl. 14).

Srdela golema je vrsta toplijeg mora koja se u Srednjem i Južnom Jadranu lovila u neznatnim količinama. U zadnjem desetljeću lov se znatno proširio i povećao duž istočne i zapadne obale do Tršćanskog zaljeva što je posljedica jače imigracije iz Sredozemnog mora i intenzivnijeg mriješćenja o čemu svjedoče nalazi jaja i nedoraslih primjeraka u Kaštelanskom zaljevu, kod o. Visa i Palagruže, Dubrovnika i Crnogorskog primorja (Gamulin, 1975; Kačić, 1975; Regner, 1977). Pojava jaja u Jadranskom moru uz temperatura od oko 23—25°C i salinitet od 37—39‰ podudara se s podacima o njenom razmnožavanju Sredozemnom moru (Ben-Tuvia, 1960).

SPRATTUS SPRATTUS SPRATUS L.

Rasprostranjenost papaline u Jadranskom moru ograničena je na Sjeverni Jadran od poluotoka Istre do Italije i na Kvarnersku regiju. Neznatne količine love se i u zaljevima duž istočne obale.

U Kvarnerskoj regiji razmnožavanje u studenom razmjerno je obilno, uz prisustvo jaja na svim postajama: u Velebitskom kanalu, Kvarneriću i Kvarneru prosječno 50, a u Riječkom zaljevu 10 jaja/m². Također u ve-

ljači mriješćenje obuhvaća cijelu regiju, ali je vrlo slabo, prosječno 4 jaja/m², dok je u proljeću sasvim prestalo (Gamulin, 1975a) (sl. 15 abc).

Na pučini Sjevernog Jadrana jaja su ustanovljena u pojedinačnim primjercima samo za zimskog i proljetnog krstarenja, pretežno u njegovom zapadnom dijelu.

Intenzitet mriješćenja papaline u Kvarnerskoj regiji podudara se s sadašnjim nalazima: u Kvarneru i Riječkom zaljevu 112 jaja/m² u prosincu, a u siječnju 61, te krajem istog mjeseca samo 4 jaja/m². (Teskeredžić, mag. rad). Na pučini Sjevernog Jadrana razmnožavanje papaline nije detaljnije istraživano. Oskudni podaci daju naslućivati da se u Venecijanskom zaljevu mrijesti bliže talijanskoj obali (Varagnolo, 1964; Štirn, 1969), dok se za obilnije nalaze u prosincu uz istarsku obalu pretpostavlja migracija prema jugu i Kvarnerskoj regiji (Zavodnik, 1969, 1970). Kratki period razmnožavanja papaline na pučini Venecijanskog zaljeva, intenzivnije samo u prosincu, najvjerojatnije objašnjava naše minimalne nalaze u studenom i veljači na pučini Sjevernog Jadrana.

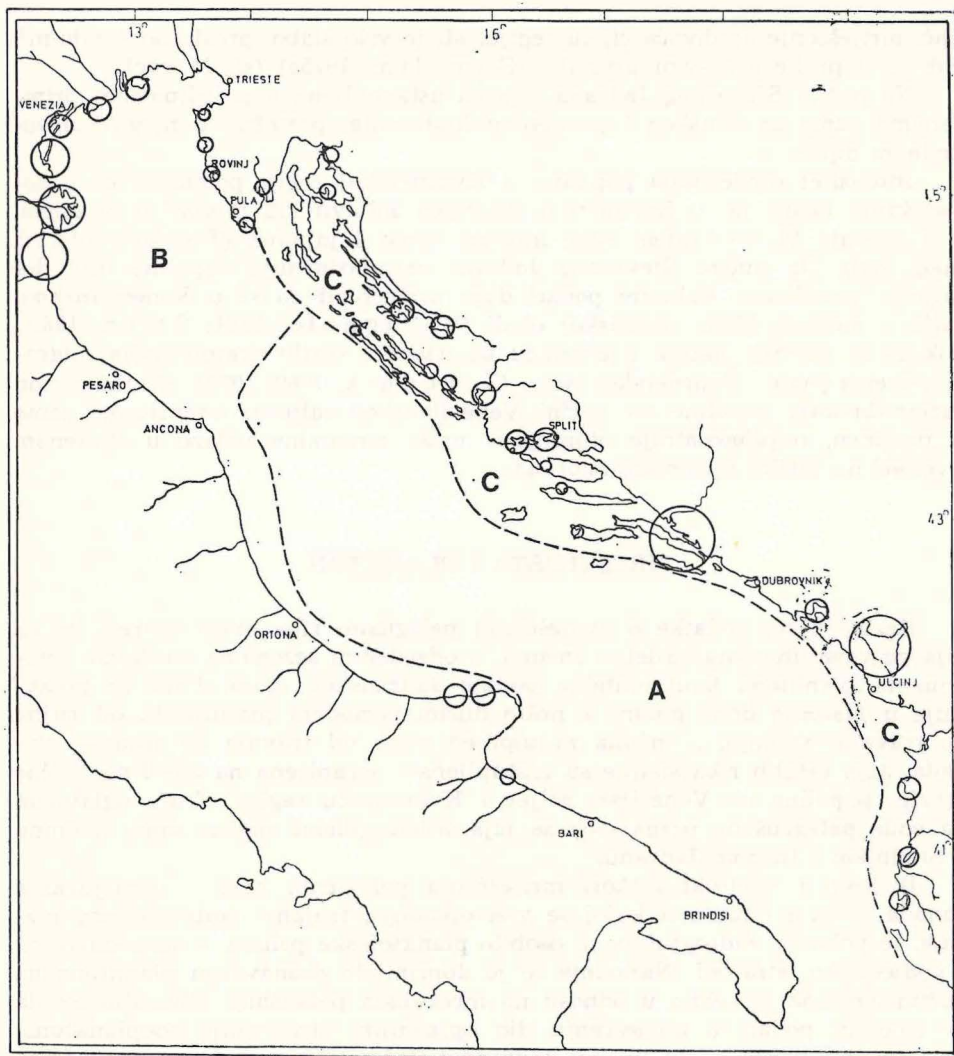
MRESTILIŠTA I PLANKTON

Rezimirajući podatke o mriješćenju pelagičnih riba može se reći da su jaja najvažnijih vrsta, srdele i inćuna, u određenim sezonama značajna komponenta planktona kontinentalne podine Jadranskog mora. Prva se pojavljuje u hladnije doba godine s nešto dužim periodom prisutnosti, od rujna do travnja—svibnja, a inćuna za toplijeg mora od travnja do rujna—listopada. Jaja ostalih riba slabije su zastupljena i ograničena na uže i specifične areale: papaline na Venecijski zaljev i Kvarnersku regiju, skuše uglavnom na vode palagruškog praga, dok se jaja srdele goleme nalaze samo iznimno u Srednjem i Južnom Jadranu.

Biološki i ekološki faktori mriješćenja pelagičnih riba — sazrijevanje gonada, doba i dubina u kojoj se vrši oplodnja, trajanje embrionalnog razvoja, te položaji, hidrografske, a osobito planktološke prilike — nisu dovoljno i podjednako istraženi. Najmanje se je doprinijelo poznavanju planktona na pučini Jadrana, posebno u odnosu na mrestilišta pelagičnih riba. Budući da su izneseni podaci o mriješćenju dio opsežnijih istraživanja zooplanktona, koja su obuhvatila cijelu pučinu Jadrana i vode istočne obale, osvrnut ćemo se na njegovu rasprostranjenost i količinu kao sastavnog i važnog dijela organske tvari u moru.

Prema Buljanu (1964) najproduktivnije područje Jadranskog mora je njegov plitki sjeverni dio do izobate 50 ili 70 m i zapadna obala do rta Gargana (zona »B«), te uža obalna područja pod uplivom slatkovodnih tokova, ušća rijeka, uvale i zaljevi (zona »D«). Istočna obala Jadrana (zona »C«) nešto je siromašnija, dok je najveće područje, koje obuhvaća otvoreni Jadran do spomenute izobate na sjeveru (zona »A«), najslabije produktivnosti (sl. 2). Slična zonska raspodjela navodi se za gustoću fitoplanktona (Pucher-Petković, 1974) i zooplanktona prikazanog kao suha težina (Karlovac et al., 1974; Vučetić, 1979).

Uspoređujući zone produktivnosti, posebno najprostraniju, ali i najsiromašniju, koja obuhvaća Južni Jadran i otvoreni dio Srednjeg Jadrana do



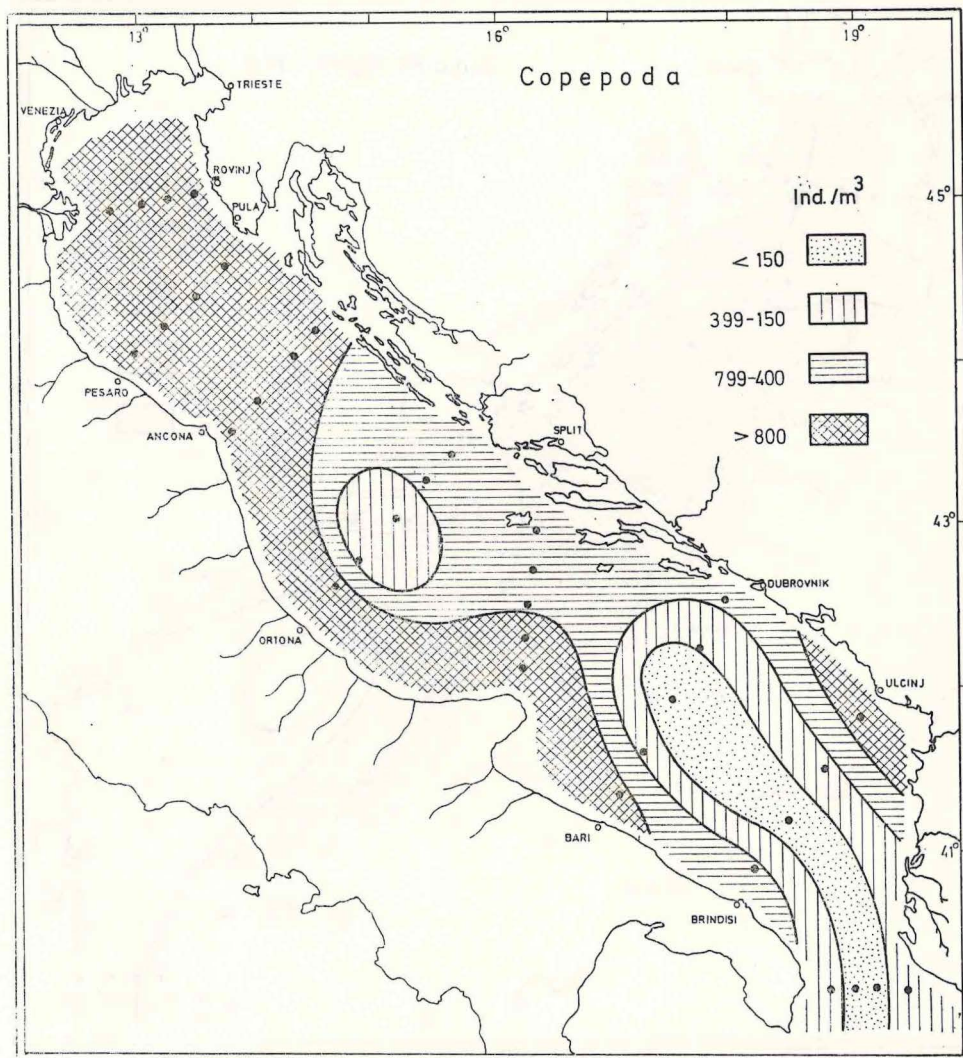
Sl. 2. Zone produktivnosti Jadranskog mora: »A«, »B« i »C«. Zona »D« na istočnoj i zapadnoj obali označena je krugovima (prema Buljanu, 1964)

Zones of productivity of the Adriatic Sea: »A«, »B« and »C«. Zone »D« on the eastern and western coast is marked with circles (after Buljan, 1964)

izobate 70 ili 50 m na sjeveru, s arealima razmnožavanja pelagičnih riba, ostaje otvoreno pitanje, čime se one hrane dobar dio godine na pučinskim mrestilištima. Dok smo ranije za srdelu isticali 3 uža i odvojena područja razmnožavanja, od kojih je ono kod Dugog Otoka, zbog oskudnih podataka zauzimalo manji areal, novija istraživanja (Piccinetti et al., 1980), kao i rezultati ovog rada, ukazuju da je cijela kontinentalna podina Jadrana mrestilište pelagičnih riba, osobito srdele i incuna.

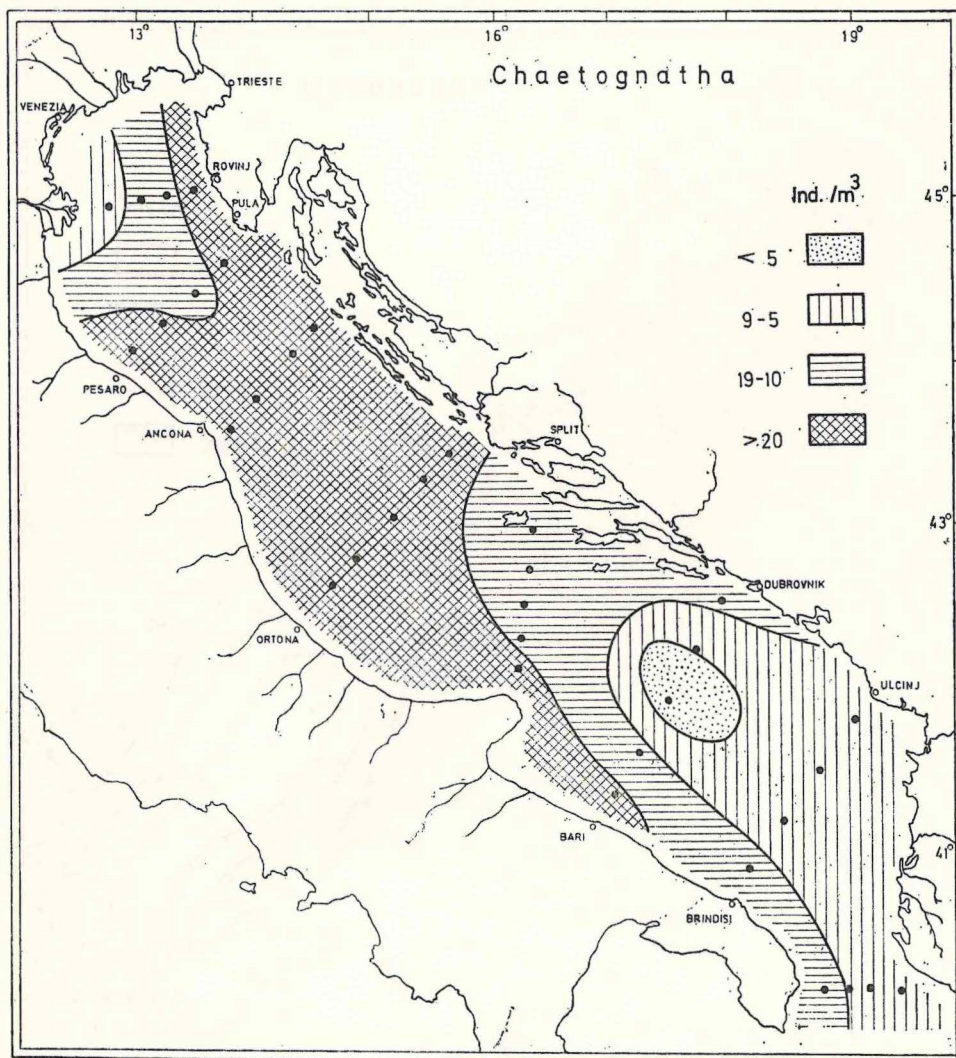
Kvalitetna analiza planktona krstarenja brodom »Andrija Mohorovičić« zasniva se na raspodjeli zooplanktonskih skupina, poglavito kopepoda, do-

minantnih organizama i važnih za ishranu pelagičnih riba, te kalikofornih sifonofora i hetognata, za koje se ne zna koliko sudjeluju u ishrani riba, ali su bez sumnje u određenoj mjeri značajni indikatori planktonskog obilja i njegovog metabolizma. Podaci se temelje na lovinama vertikalnih poteza od dna do površine, odnosno za veće dubine od 100 m do površine, tako da je obuhvaćen cijeli vodeni stupac u kojoj obitava glavina populacije pelagičnih riba.



Sl. 3. Rasprostranjenost gustoće kopepoda na pučini Jadranskog mora. Srednjak sa 4 sezonska krstarenja za sloj od dna, odnosno 100 m dubine do površine. *Copepod density distribution in the open Adriatic Sea. Average from 4 seasonal cruises in the water column from bottom, respectively from 100 depth to the surface.*

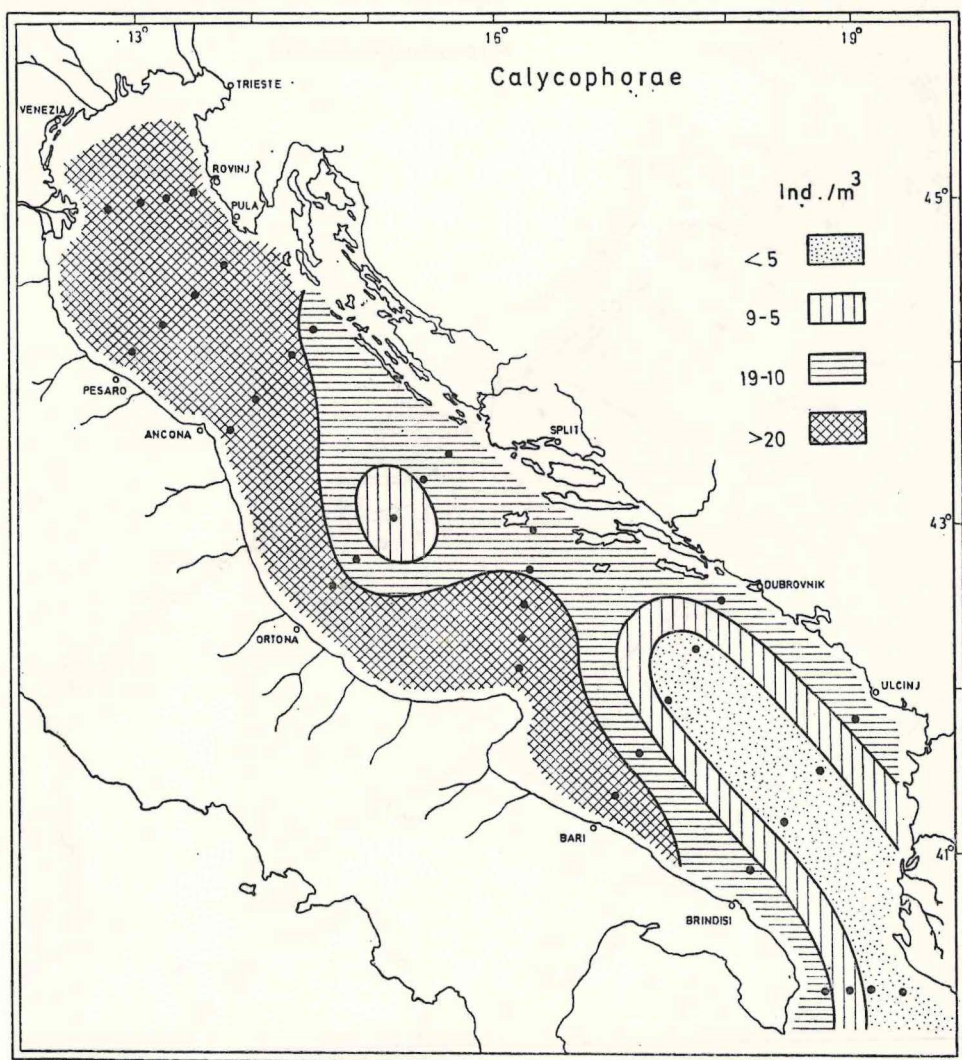
Maksimalne koncentracije kopepoda ustanovljene su u Sjevernom Jadranu i duž širokog pojasa uz talijansku obalu do Barija, a sačinjavaju ih gotovo isključivo manji oblici obalne i estunarske zajednice (Hure, et al., 1980). Nešto manje količine nalaze se na pučini Srednjeg Jadrana (izuzev dijela kotline Jabuke) do izobate oko 200 m južno od palagruškog praga, te uz istočnu i zapadnu obalu do Otranta (sl. 3). Znatna dio populacija tvori pučinska zajednica većih vrsta što je od važnosti za procjenu biomase kopepoda



Sl. 4. Rasprostranjenost gustoće sifonofornih kalikofofa na pučini Jadranskog mora. Srednjak za 4 sezonska krstarenja za sloj od dna, odnosno 100 m dubine do površine. Vrijednosti označuju zbroj nektofora i eudoksija.

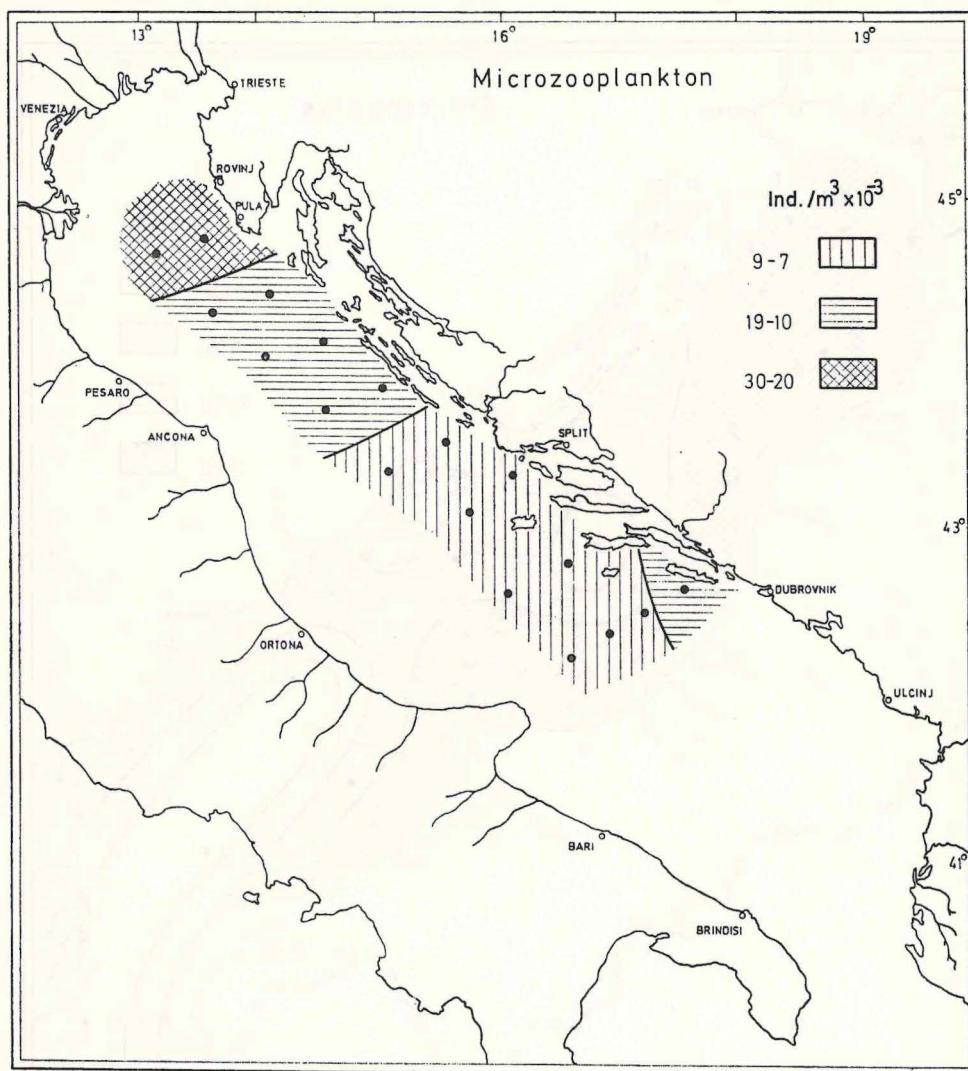
Calycophorid density distribution in the open Adriatic Sea. Average for 4 seasonal cruises in the water column from bottom, respectively from 100 m depth to the surface. Values denote the sum of nectophores and eudoxids.

tog područja. Kalikoforme sifonofore pokazuju gotovo identičnu prostornu raspodjelu, slično i hetognati, osim na manjim arealima koji su pod jačim utjecajem rijeka Sjevernog Jadrana (sl. 4, 5). Također i ostale zooplanktonskupine upućuju na veće obilje pelagičnog svijeta pučine Srednjog Jadrana, kao npr. znatnije količine eufauzida (Šipuš, 1977), i mezopelagične ribice *Maurolicus mülleri* u kotlini Jabuke (rukopis). Količinskoj raspodjeli navedenih skupina približuju se podaci suhe težine zooplanktona (Benović,



Sl. 5. Rasprostranjenost gustoće hetognata na pučini Jadranskog mora. Srednjak za 4 sezonska krstarenja za sloj od dna, odnosno 100 m dubine do površine. *Chaetognath density distribution in the open Adriatic Sea. Average for 4 seasonal cruises in the water column from bottom, respectively from 100 m depth to the surface.*

1977). Međutim, iznesene vrijednosti odnose se samo na površinske vode do 30 m dubine, te stoga ne pružaju realnu sliku biomase zooplanktona za najveći dio Jadrana. Indikativni su i noviji podaci gustoće mikrozooplanktona (protozoa i metazoa) od kojih su dominantni naupliusi, kopepoditi i vrste roda *Oncaea*, pošto ukazuju na manje kvantitetne razlike između voda Sjevernog i Srednjeg Jadrana do izobate od oko 200 južno od Palagruškog praga¹ (sl. 6). Količinska raspodjela zooplanktona ima svoju ekološku podlogu



Sl. 6. Rasprostranjenost gustoće mikrozooplanktona istočnog dijela Sjevernog i Srednjeg Jadrana, u ožujku 1982.

Microzooplankton density distribution in the eastern part of the North and Mid Adriatic Sea, March, 1982.

*1 Za podatke o mikrozooplanktonu zahvaljujemo Dr Frani Kršiniću.

i u gustoći fitoplanktona. Za vrijeme jesenskog krstarenja zona maksimalne gustoće obuhvaćala je cijeli Sjeverni Jadran i široki pojas uz Apeninski poluotok do Barija (Revelante & Gilmartin, 1977).

Kod procjene količine pojedinih zooplanktonskih skupina treba imati u vidu značenje metoda sabiranja uzoraka. Da spomenemo samo obilne lovine većih kopepoda rodova *Calanus* i *Euchaeta* kosim potezima velikim mrežama na pučini Srednjeg Jadrana (Gamulin, 1954), te ogromne mase eufauzida i mizida u ribanskim povlačnim mrežama na području Blitvenice (Jukić, 1978) naprama neznatnom broju primjeraka navedenih vrsta i uopće većih planktonata u našim lovinama vertikalnim potezima.

Iz navedenih podataka o količini i raspodjeli planktona očito je da najsiromašnija zona »A« ranijih autora nije jedinstvena produkcijska cjelina. Prostrani areal južnog dijela Sjevernog i cijela pučina Srednjeg Jadrana gdje se mrijesti glavina pelagičnih riba, tvori posebno područje koje se količinom planktona znatno razlikuje od najsiromašnijih voda pučine Južnog Jadrana. Na sličan zaključak navode i rezultati jugoslavensko-talijanskih istraživanja veličine stocka srdele i incuna na temelju raspodjele planktonskih stadija prema kojima linija rt Gargano—Kotor dijeli Jadran na dva izrazita morfološka, hidrološka i biološka dijela (Piccinetti et al., 1981). Fritom je očigledno da raspodjela planktona nema izrazito transverzalni smjer uslijed longitudinalnog kretanja vodenih masa i prevladavajuće istočnom obalom ulazne mediteranske, a zapadnom, obogaćene hranjivim solima slivom rijeke Po, izlazne jadranske struje.

OSVRT NA ZAKLJUČKE

Od početka istraživanja raspodjele planktonskih stadija pelagičnih riba u Jadranskom moru do danas — a to je period od četiri desetljeća — poznati su mnogi detalji ekologije mriješćenja, naročito položaji i razdoblja razmnožavanja. Ali, dok su za srdelu i incuna isticani određeni areali razmnožavanja, noviji podaci upućuju da se pučina Sjevernog i Srednjeg Jadrana do izobate oko 200 m južno od Palagruškog praga, tj. gotovo cijela kontinentalna podina, može smatrati područje razmnožavanja pelagičnih riba. Unutar tog prostornog područja intenzitet mriješćenja vremenski i prostorno znatnije oscilira što je od posebnog značenja za ribarstvo, obzirom da se upravo u tom dijelu Jadranskog mora odvija glavina suvremenog lova pelagične ribe.

Istraživanja su pokazala na znatnije koncentracije zooplanktona na gotovo cijelom području mriješćenja pelagičnih riba, za razliku od ranijih podataka prema kojima najsiromašnije južnojadranske vode dopiru na sjever do izobate 70 m ili čak 50 m dubine. Kolika je totalna biomasa planktona, odnosno stvarna koncentracija hrane na arealima razmnožavanja i lovištima pelagičnih riba na pučini Jadrana, predstavlja širu problematiku kojoj se fragmentarno i jednostrano pristupalo, a što iziskuje svestraniji pristup izučavanju kemijsko-fizičkih, meteorološko-hidroloških i bioloških faktora, od kojih su ovi posljednji u Jadranskom moru najmanje poznati — problemi širokog spektra suvremenog, u nas gotovo propuštenog teamskog rada.

BIBLIOGRAFIJA

- Benović, A., 1977: Zooplankton biomass in the surface waters of the Adriatic Sea. — Rapp. Comm. int. Mer Médit., 24 (10) 119—120.
- Ben-Tuvia, A., 1960: Synopsis of biological data on *Sardinella aurita* of the Mediterranean Sea and other waters. — FAO — Fish. biol. synopsis. 14, 287—312.
- Buljan, M., 1964: Ocjena produktivnosti Jadrana dobivena na temelju njegovih hidrografskih svojstava. — Acta Adriat. 11 (4) 35—45.
- Buljan, M. & M. Zore-Armanda, 1966: Hydrographic data on the Adriatic Sea collected in the period 1952—1964. — Acta Adriat., 12, 1—438.
- Gamulin, T., 1940: Opažanja o pojavi ribljih jaja u okolici Splita sa specijalnim obzirom na jaja srdele i brgljuna. Ocean. inst. Godišnjak, 2, 1—19.
- Gamulin, T., 1948: Quelques observations sur la ponte de la Sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) dans la zone insulaire de la Dalmatie moyenne. Acta Adriat., 3 (4) 1—35.
- Gamulin, T., 1949: Gdje zimuje naša srdela? Morsko ribarstvo, 1, 35—37.
- Gamulin, T., 1954: La ponte et les aires de ponte de la Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique de 1947 à 1950. — Reports Exp. »Hvar«, 4 (4C) 1—66.
- Gamulin, T., 1964: Značenje sjevernog plitkog Jadrana za bolje poznavanje pelagičkih riba. — Acta Adriat., 11 (11) 91—96.
- Gamulin, T., 1975a: Istraživanja M/B »Vila Velebita«. Mriješćenje i mrijestilišta papaline u Kvarnerskoj regiji. — Morsko ribarstvo, 27, 13—16.
- Gamulin, T., 1975b: O mriješćenju srdele goleme u Jadranskom moru. Ibid 27, 50.
- Gamulin, T. & J. Hure, 1955: Contribution à la connaissance de l'ecologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) en Adriatique moyenne en 1950—Adriat., 7 (8) 1—23.
- Gamulin, T. & J. Hure, 1956: Spawning of the Sardine at a definite time of day. — Nature, 177, 193—194.
- Gamulin, T. & J. Karlovac, 1956: Etude intensive d'une aire de la ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) en Adriatique moyenne en 1950—1951. — Acta Adriat., 8 (3) 1—47.
- Hure, J., 1961: Contribution à la connaissance de la ponte de la sardine e du maquereau au large de l'Adriatique moyenne. — Proc. gen. Fish. Coun. Medit., 6, 107—110.
- Hure, J., A. Ianora & B. Scotto di Carlo, 1980: Spatial and temporal distribution of copepod communities in the Adriatic Sea. — Journal Plankton Res., 2, 295—316.
- Jukić, S., 1978: Contribution to the knowledge of the relationship between formation of deep scattering layer (DSL) and biological components in the central Adriatic. — Acta Adriat., 19 (1) 1—15.
- Kačić, I., 1975: Zapažanja o srdeli golemoj (*Sardinella aurita*) u Jadranu. — Morsko ribarstvo, 27, 11—13.
- Karlovac, J. 1962: Ispitivanja sadržaja probavnog trakta kod planktonskog stadija skuše (*Scomber scomber* L.) u Jadranu. Reports Exp. »Hvar« 4 (4A) 1—15.
- Karlovac, J., 1964: Mriješćenje srdele (*Sardina pilchardus* Walb.) u Srednjem Jadranu u sezoni 1956—1957. — Acta Adriat., 10 (8) 1—40.
- Karlovac, J., 1969: La ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) en Adriatique moyenne, a l'epoque de son maximum au cours de quatre saisons de recherches. — Thalassia Jugosl., 5, 149—157.
- Karlovac, J., T. Pucher-Petković, T. Vučetić & M. Zore-Armanda, 1974: Procjena bioloških resursa Jadrana na osnovi planktona. Acta Adriat., 16 (8) 157—184.
- Lissner, H., 1939: Über die Makrele des Adriatischen Meeres. Thalassia, 3 (8) 1—82.

- Merker, K., 1976: Ekologija mriješćenja incuna (*Engraulis encrasicolus* L.) na području Crnogorskog primorja. — Mag. rad, Sveučilište Zagreb, 1—44.
- Mužinić, R., 1973: Migrations of adult sardines in the central Adriatic. *Neth. J. Sea Res.*, 7, 19—30.
- Mužinić, R., 1979: O nekim pelagičkim ribama u srednjodalmatinskom otočnom području. — *Acta biol.* 8, 123—176.
- Piccinetti C., S. Regner & M. Specchi, 1979: Estimation du stock d'anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) de la haute et moyenne Adriatique. — *Inv. Pesq.* 43 (1) 69—81.
- Piccinetti C., S. Regner & M. Specchi, 1980: Etat des stocks d'anchois et de sardine en Adriatique. — *FAO, Rapp. Pêches*, 239, 43—52.
- Piccinetti C., S. Regner & M. Specchi, 1981: Distribution des oeufs de sardine en Adriatique. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 27 (5) 167—170.
- Pucher-Petković, T., 1974: Essai d'évaluation de la production primaire annuelle dans l'Adriatique. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 22 (9) 71—72.
- Regner, S., 1977: On the plankton stages of gilt sardine, *Sardinella aurita* Valenciennes, in the central Adriatic. — *Acta Adriat.*, 17 (13) 1—12.
- Regner, S., C. Piccinetti, M. Specchi, & G. Sinovčić, 1981: Preliminary statistical analysis of Sardine stock estimation from data obtained by eggs surveys. *FAO, Rapp. Pêches*, 253, 143—154.
- Revelante, N. & M. Gilmartin, 1977: The effects of northern Italian rivers and eastern Mediterranean ingresses on the phytoplankton of the Adriatic Sea. — *Hydrobiologia*, 56, 229—240.
- Steuer, A., 1913: Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung. — *Verhandlungen Gessel. deutscher Naturforscher und Ärzte. Leipzig*.
- Šipoš, V., 1977: Eufauzidi Jadranskog mora. — *Mag. rad, Sveučilište, Zagreb*, 1—73.
- Škrivanić, A. & D. Zavodnik, 1973: Migrations on the sardine (*Sardina pilchardus*) in relation to hydrographical conditions of the Adriatic Sea. — *Neth. J. Sea Res.*, 7, 7—18.
- Škrivanić, A., & A. Barić, 1979: Cruises of the research vessel »Villa Velebita« in the Kvarner region of the Adriatic Sea. — *Thalassia Jugosl.*, 5, 36—60.
- Štirn, J., 1969: Pelagial severnega Jadrana. — *Dis. Slov. Akad. znan. umetn.*, 12, 43—132.
- Varagnolo, S., 1964: Calendario di comparse di uova pelagiche di teleostei marini nel plancton di Chioggia. — *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 13, 294—280.
- Vučak, Z., A. Škrivanić, J. Štirn i suradnici, 1982: Osnovni fizički, kemijski i biološki parametri. »Andrija Mohorovičić« 1974—1976. — *Hidr. inst. JRM*, 35—175.
- Vučetić, T., 1957: Quelques observation sur l'ecologie de la ponte de l'anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) dans les lacs de l'île Mljet. — *CGPM, FAO Deb. doc. tech.*, 4, 227—233.
- Vučetić, T., 1964: O mriješćenju brgljuna (*Engraulis encrasicolus* L.) u području otvorenog Jadrana. — *Acta Adriat.*, 11, 277—284.
- Vučetić, T., 1971: Fluctuation a long terme du macrozooplancton dans l'Adriatique centrale: Oeufs de *Sardine pilchardus* Wagb., d'*Engraulis encrasicolus* L. et larves de différents poissons. — *Arch. Ocean. Limn.*, 17, 142—156.
- Vučetić, T., 1975: Synchronism of the spawning season of some pelagic fishes (sardine, anchovy) and the timing of the maximal food (zooplankton) production in the Central Adriatic. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 39 Suppl., 347—365.
- Vučetić, T., 1979: Significance of Long-term ecological monitoring of the Adriatic Sea ecosystem with a special emphasis on the plankton. *Nova Thalassia* 3 Suppl., 233—247.

THE SPAWNING AND SPAWNING AREAS OF PELAGIC FISHES
(*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus*, *Sardinella aurita* and *Sprattus sprattus sprattus*) IN THE ADRIATIC SEA

Tomo Gamulin and Jure Hure

Institute Oceanography and Fisheries Split — Biological Institute, Dubrovnik

SUMMARY

Previous investigations on the spawning of pelagic fishes in the Adriatic Sea focused mainly on single species and limited areas. The present study includes data for the entire Adriatic Sea and takes into consideration almost all of the most important Adriatic pelagic fish species.

Zooplankton was collected during seasonal cruises from the following research vessels:

— »Andrija Mohorovičić«, open Adriatic (Sept. — Oct. 1974; April — May 1975; Feb. 1976; July 1976), 8 transverse profiles that included 35 fixed stations sampled for a total of 132 plankton hauls (Fig. 1).

— »Vila Velebita«, Kvarner region (Aug. 1973; Nov. 1973; Feb. 1974; May 1974), 18 fixed stations were sampled for a total of 70 hauls.

— »Baldo Kosić« mid and south Dalmatian islands (July 1973; Nov. 1973; Feb. 1974; May 1974), 17 fixed stations sampled for a total of 68 hauls.

Vertical tows were made from the bottom to the surface with an international net (IOSN — 113 cm in diameter, 350 cm in length, 250 μ m mesh size). Numerical values for pelagic fish eggs thus refer to a sea surface area of 1 m². Hydrographical data and other data for the above cruises are published in detail elsewhere (Vučak, et al., 1982 Škrivanić & Barić, 1979).

THE DISTRIBUTION AND QUANTITY OF PELAGIC FISH EGGS

Sardina pilchardus

Sardine eggs were present during the autumn, winter and spring cruises. They occurred in large numbers in the entire North Adriatic. This is in contrast to previous data that indicated that intensive spawning took place in a narrow area west of Dugi Otok. A considerably wider spawning area was also confirmed close to Palagruža island, that extends southward along the Italian coast to Otranto and to the north occasionally overlaps the mid-Dalmatian spawning grounds (Figs. 7a, b, c). Investigations in the east Adriatic have shown that the sardine spawns in the entire Kvarner region (Figs. 8a, b, c), and confirms previous data regarding the mid-Dalmatian spawning ground (Figs. 9a, b, c).

It thus appears that the sardine spawns all along the continental shelf in the Adriatic Sea, although the concentration of eggs is higher in the above-mentioned spawning areas. Significant temporal and spatial oscillations in spawning depend on the presence and movement of sardine shoals and the place and timing of plankton tows. There were few or no eggs in the vicinity of river outfalls of the North Italian coast, in the Jabuka depth, South Adriatic trench and eastern coastal water of the South Adriatic.

Engraulis encrasicolus

The spawning of the anchovy from mid-spring to the beginning of autumn was confirmed during the course of the present investigations. The areas where large numbers of the eggs were found are more widespread than those of the sardine. This is particularly true for the shallow waters of the North Adriatic and offshore waters of the east coast near Jabuka depth, in the vicinity of Dubrovnik and Ulcinj (Figs. 10a, b, c). The spawning of the anchovy in the Kvarner region and in the mid-Dalmatian island area is somewhat less intense than that of the sardine (Figs. 11a, b, c; 12a, b, c).

The larger spawning area of the anchovy — that included almost all open Adriatic waters but excluded part of Jabuka depth and deep South Adriatic waters — may be due to stable and appropriate summer surface temperatures, better tolerance of the anchovy to salinity variations in shallow waters and a favorable temperature regime.

Scomber scombrus

The existence of the winter spawning ground adjacent to Palagruža island was confirmed for the mackerel (Fig. 13). It is uncertain whether the small number of eggs recorded along the Italian coast indicate a widespread distribution of the Palagruža spawning ground. Isolated catches of eggs in mid-spring off the island of Vis to Rovinj indicate the movement of the scomber along the east coast. This is in agreement with presence of anchovy larvae in offshore Mid and North Adriatic waters.

Sardinella aurita

The catches of round sardinella, a species that is rare for the Adriatic Sea, have increased significantly over the last decade. The capture of eggs support these findings: 13 on the Ulcinj-Brindisi profile, 2 near Vis island and Bari, 5 in the mid-Dalmatian island region.

Sprattus sprattus sprattus

The distribution of sprat for the Adriatic Sea is limited to the North, from the Istrian peninsula to Italy and the Kvarner region. Insignificant amounts are caught in bays along the east coast.

During the course of these investigations, the spawning of sprat in the Kvarner region was quite intense in November and February. By contrast, eggs were found in some specimens during the February and April — May cruises in offshore North Adriatic waters (Figs. 15a, b, c). The absence of eggs in offshore waters in November is most probably due to the short spawning period of the sprat in the Bay of Venice which is thought to be more intense in December.

SPAWNING AREAS AND PLANKTON

The biological and ecological factors controlling the spawning of pelagic fishes — gonad maturation, time and depth of fertilization, duration of embryological development, sites, hydrology and, in particular plankton condition — are not sufficiently and equally known. Even less is known of offshore Adri-

atic plankton, especially with regards to spawning grounds of pelagic fishes. Since the present data concerning spawning grounds represent a part of zooplankton investigations in offshore and coastal waters of the east Adriatic, a presentation of zooplankton density distribution is also given, emphasizing its role in the balance of organic matter in the sea.

Buljan (1964) maintains that the shallow North Adriatic to the 50—70 m depth and the west Adriatic coast to Cape Gargano (zone »B«) are the most productive areas. The least productive region (Fig. 2) includes the open Adriatic to the 50—70 m isobath to the north (zone »A«). A similar regional distribution of phytoplankton density (Pucher-Petković, 1974) and zooplankton biomass expressed as dry weight (Karlovac et al., 1974; Vučetić, 1979) was also found.

In comparing productivity zones, particularly the most widespread and least productive one (South Adriatic and open Mid-Adriatic waters to the 70 or 50 m isobath to the north) with the spawning grounds of pelagic fishes, it becomes apparent that we don't know what these fishes feed upon in open waters, especially during the spawning season. In contrast to previous data for 3 distinct spawning regions, recent investigations (Piccinetti et al., 1980) and the results of the present paper indicate that the spawning ground of pelagic fishes include the entire continental shelf area, in particular for the sardine and anchovy.

Quantitative plankton analyses of the »Andrija Mohorovičić« cruises are based on vertical tows from the bottom to the surface and from 100 m to the surface at deep stations. Thus, the entire water column populated by the majority of pelagic fishes was taken into account.

Maximum copepod concentrations were found in the North Adriatic and along the Italian coast to Bari. They mainly consisted of small forms characterizing coastal and estuarine communities (Hure et al., 1980). Somewhat smaller values were recorded in open Mid Adriatic waters (excluding the Jabuka pit region) to the 200 m isobath south of the Palagruža sill, and along the east and west coast to Otranto (Fig. 3). A considerable portion of the population consisted of offshore species of larger size which is of importance for estimating copepod biomass for the region. Although the role of calicophores and chaetognaths as fish food is not known, they are important as indicators of plankton abundance and metabolism and show a similar spatial distribution as the one recorded for copepods (Figs. 4 and 5). Other plankton groups as euphausiids are found in larger numbers in the Jabuka pit region (Šipoš, 1977), indicating a greater abundance of organic matter in Mid Adriatic offshore waters. Recent data on microzooplankton density that included mainly nauplii, copepodites and *Oncaea* species, indicate smaller quantitative differences between North Adriatic and Mid Adriatic waters to the 200 m isobath south of the Palagruža sill (Fig. 6). Zooplankton density distributions relate to phytoplankton density as well. During the autumn cruise, the area of maximum density included the entire North Adriatic and coastal Italian waters to Bari (Revelante & Gilmartin, 1977).

In estimating the quantity of zooplankton groups one must consider errors due to the sampling. For example, there is usually a greater frequency of larger copepods of the genus *Calanus* and *Euchaeta* with oblique hauls and large nets in offshore Mid Adriatic waters (Gamulin, 1954) and catches of euphausiids

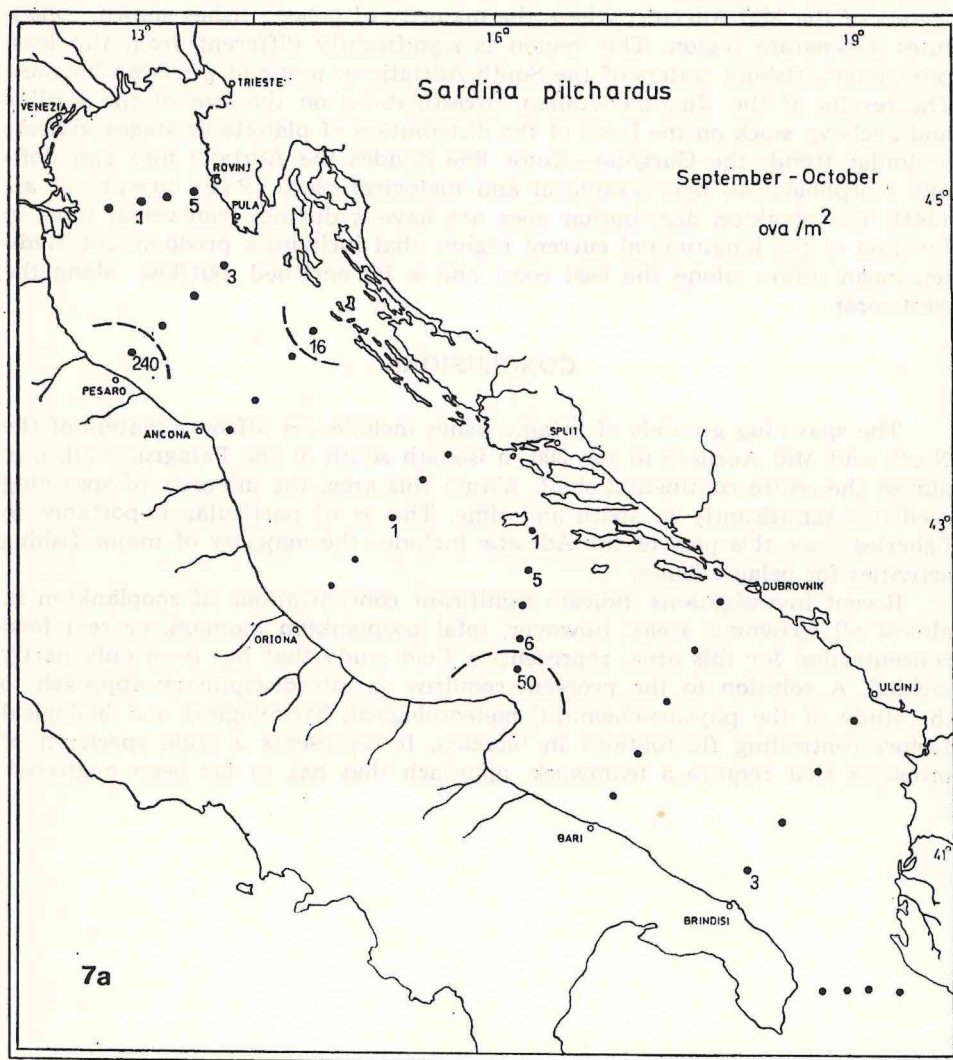
and mysids in fishing trawls (Jukić, 1978). as compared to the small number of these organisms and larger plankters generally caught in our vertical tows.

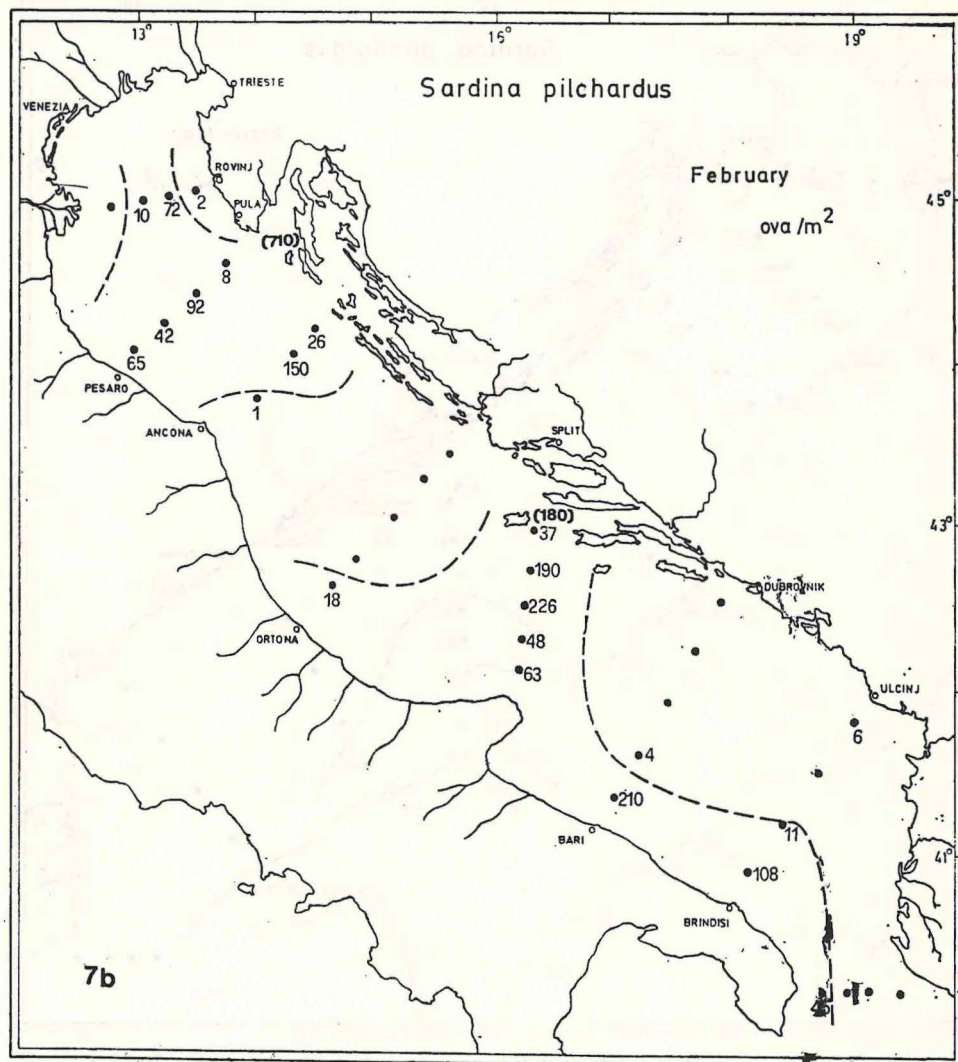
The above data on the amount and distribution of plankton indicate that least productive zone »A« of earlier authors does not constitute a unique productive entity. A large area of the southern North Adriatic and offshore waters of the Mid Adriatic, where the majority of pelagic fishes spawn, constitutes a separate region. This region is significantly different from the least productive offshore waters of the South Adriatic in terms of plankton biomass. The results of the Yugoslav-Italian investigations on the size of the sardine and anchovy stock on the basis of the distribution of planktonic stages indicate a similar trend: the Gargano—Kotor line divides the Adriatic into two definite morphological, hydrographical and biological parts (Piccinetti et al., 1981). The plankton distribution does not have a distinct transversal limit in function of the longitudinal current regime that includes a predominant Mediterranean inflow along the east coast and a Po enriched outflow along the west coast.

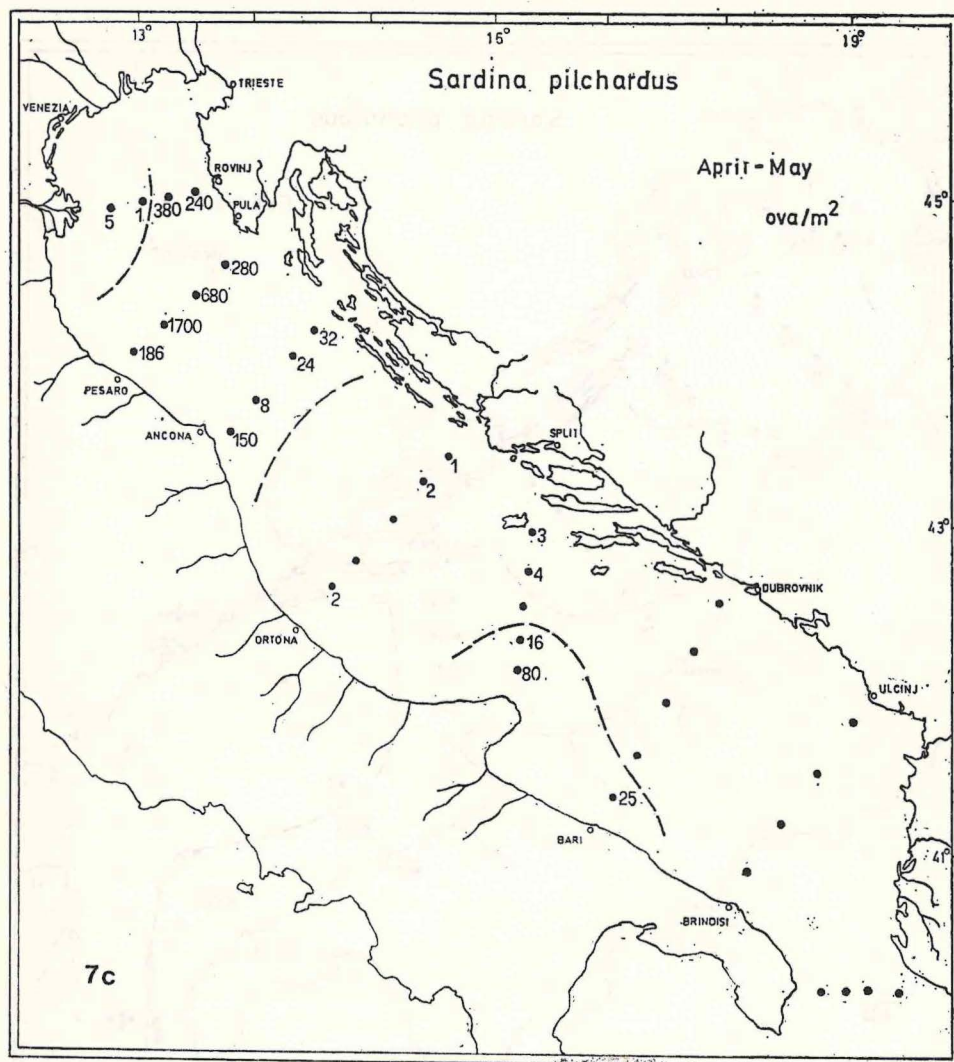
CONCLUSIONS

The spawning grounds of pelagic fishes include the offshore waters of the North and Mid Adriatic to the 200 m isobath south of the Palagruža sill, i. e. almost the entire continental shelf. Within this area, the intensity of spawning oscillates significantly in space and time. This is of particular importance to fisheries since this part of the Adriatic includes the majority of major fishing activities for pelagic fishes.

Recent investigations indicate significant concentrations of zooplankton in almost all spawning areas. However, total zooplankton biomass, or real food concentration for this area, represents a field study that has been only partly tackled. A solution to the problem requires an interdisciplinary approach to the study of the physico-chemical, meteorological, hydrological and biological factors controlling fluctuations in biomass. It represents a wide spectrum of problems that require a teamwork approach that has so far been neglected.

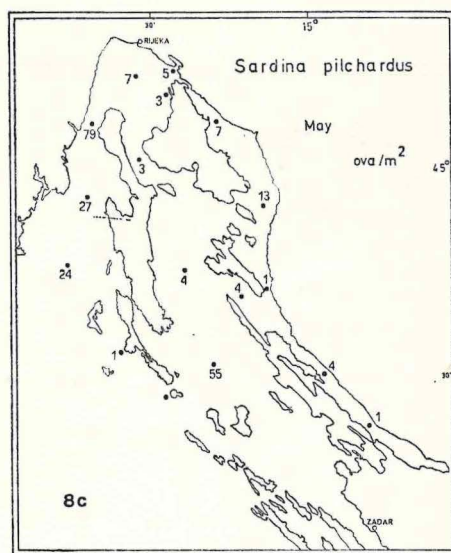
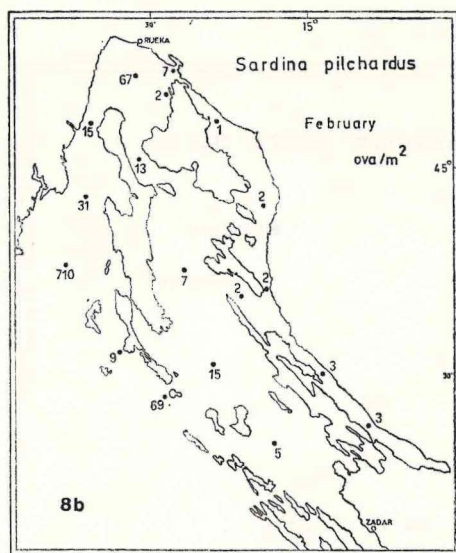
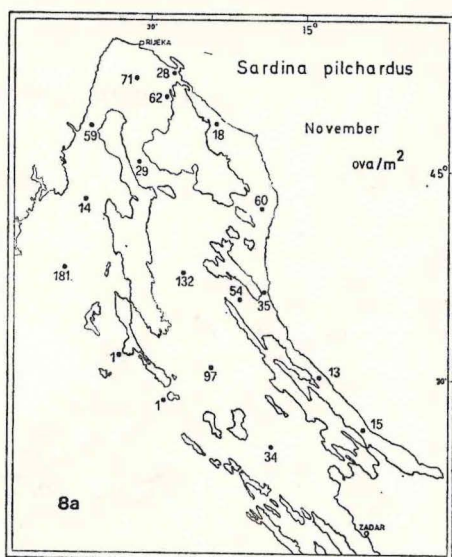






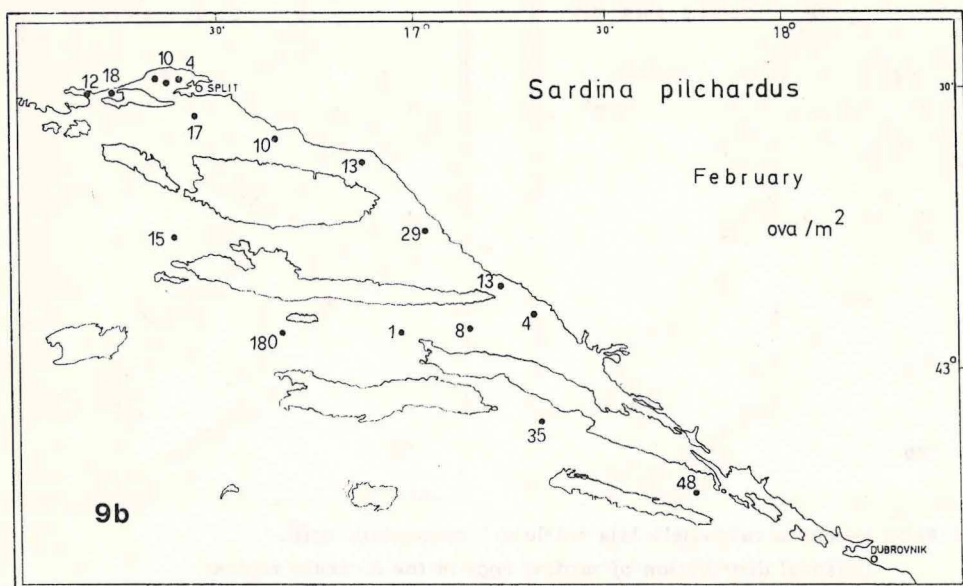
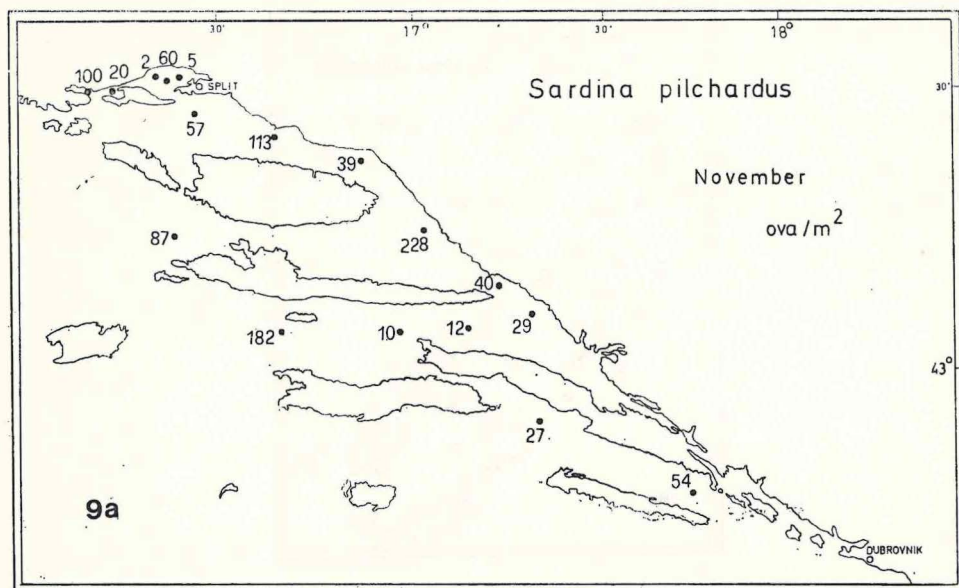
Sl. 7abc. Sezonska raspodjela jaja srdele na pučini Jadranskog mora. Brojke u zagradama odnose se na postaju u Kvarnerskoj regiji i srednjodalmatinskom otočnom području.

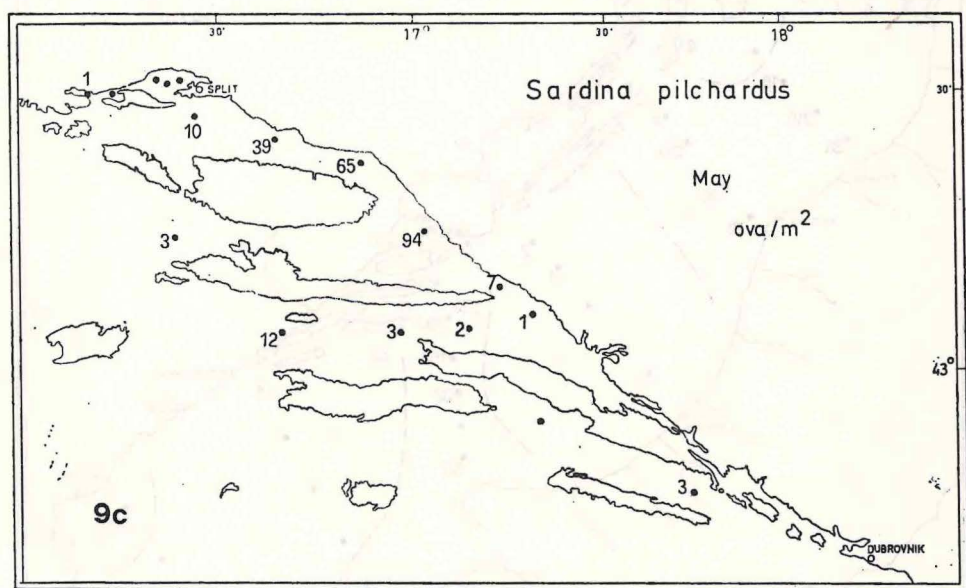
Seasonal distribution of sardine eggs in the open Adriatic Sea. Numbers in parenthesis denote the station in the Kvarner region and the Mid-Dalmatian island area.



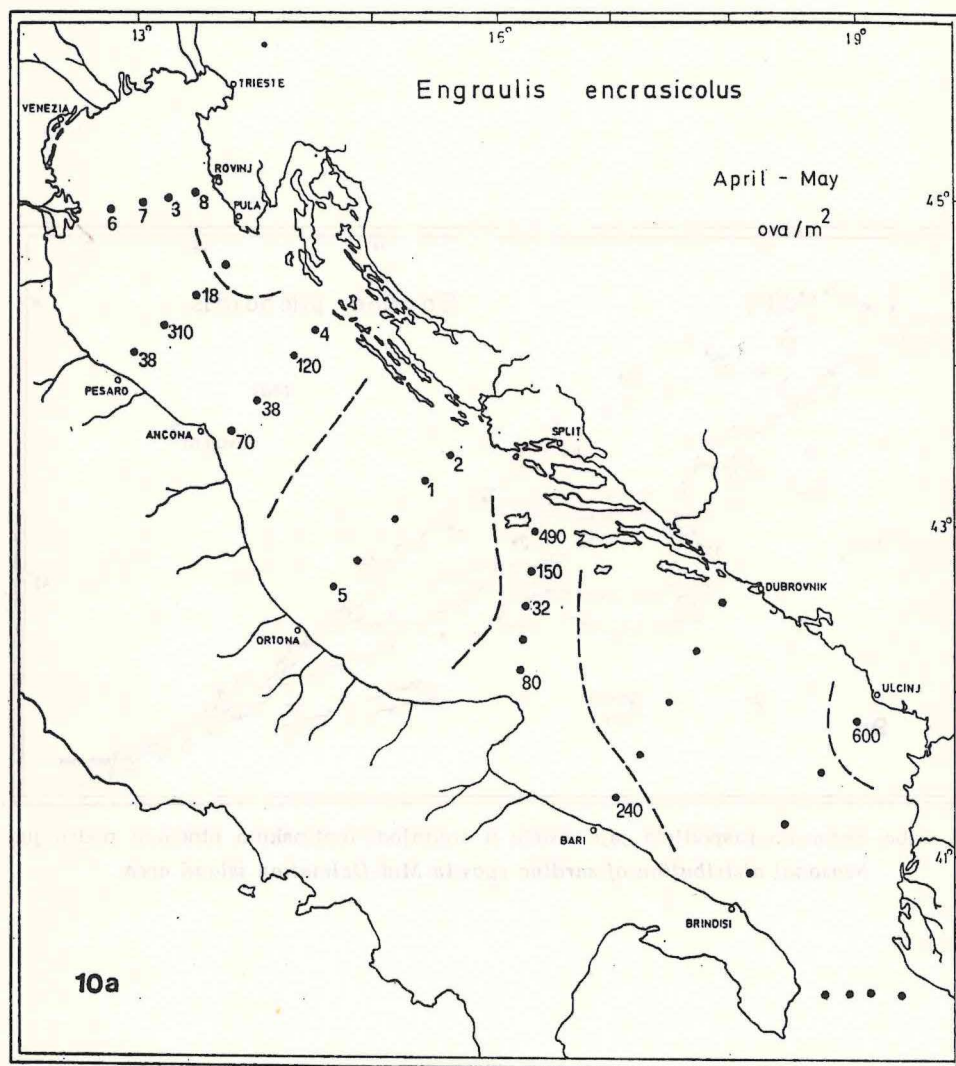
Sl. 8abc. Sezonska raspodjela jaja srdele u Kvarnerskoj regiji.

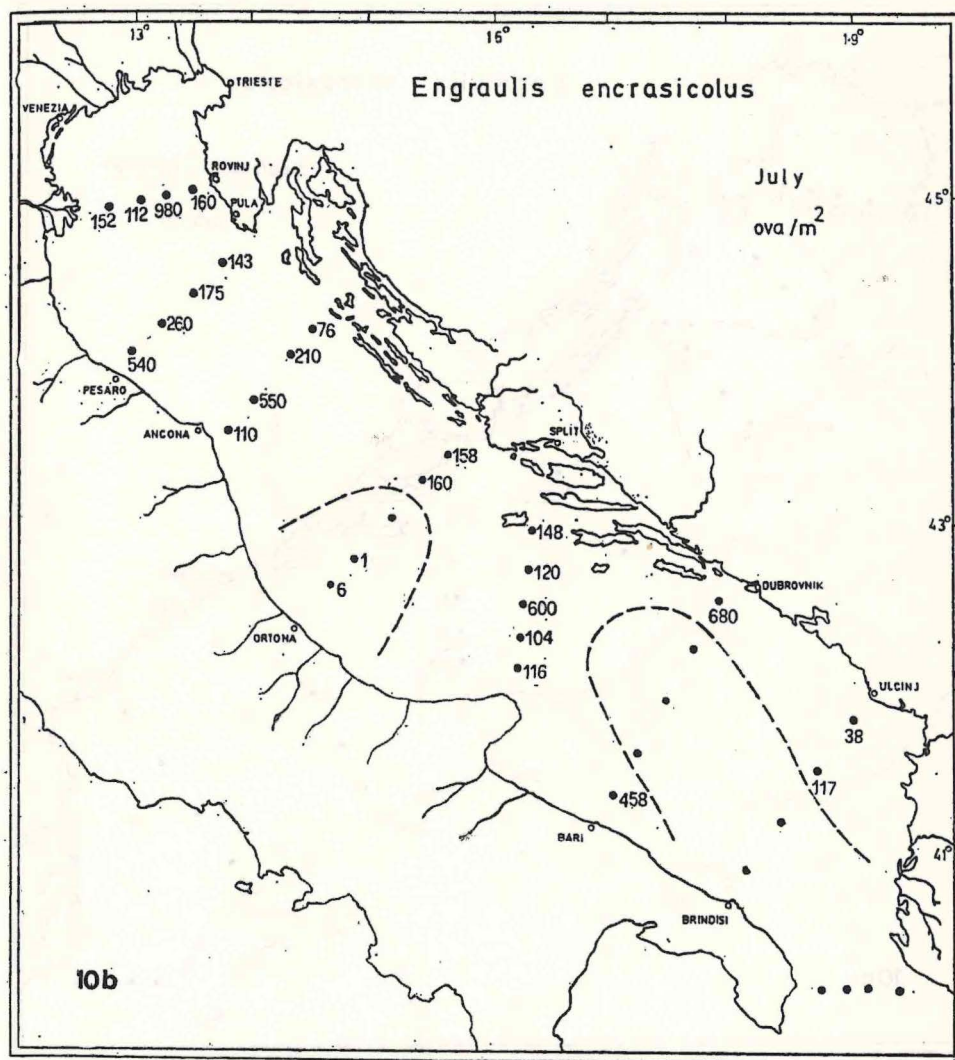
Seasonal distribution of sardine eggs in the Kvarner region.

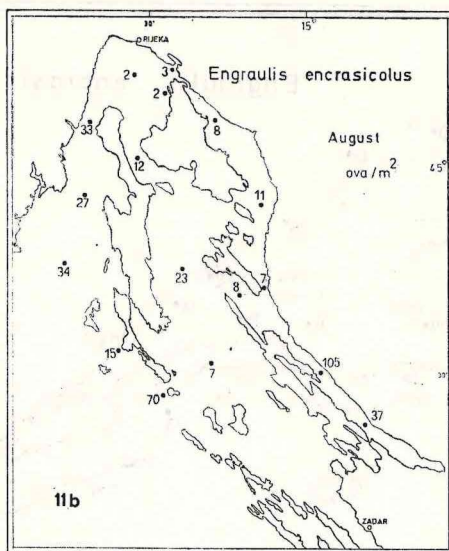
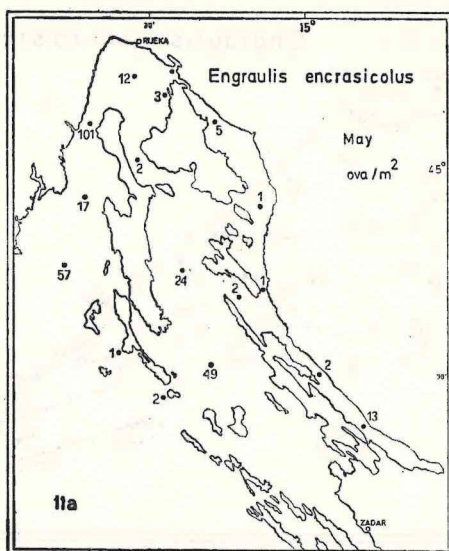




Sl. 9abc. Sezonska raspodjela jaja srdele u srednjodalmatinskom otočnom području.
Seasonal distribution of sardine eggs in Mid-Dalmatian island area.

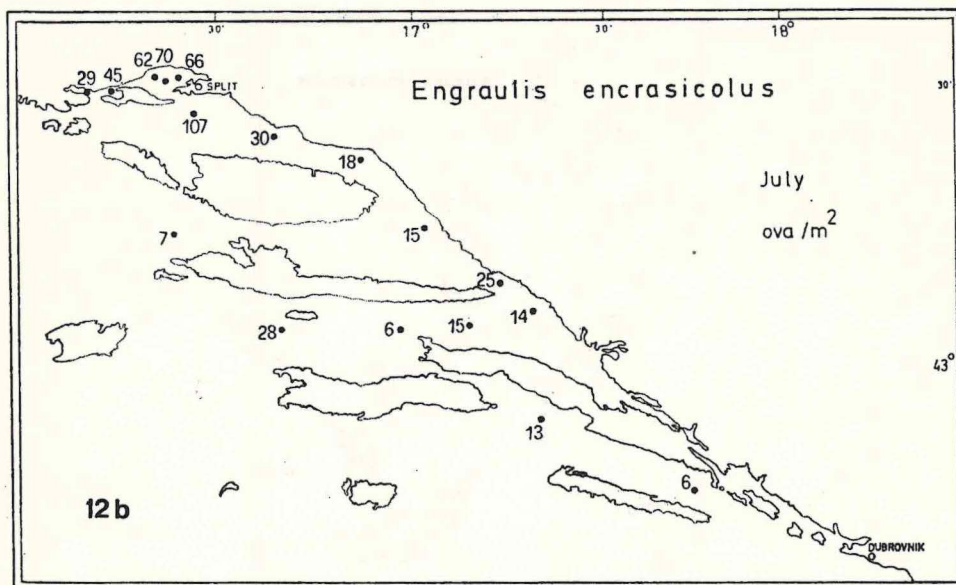
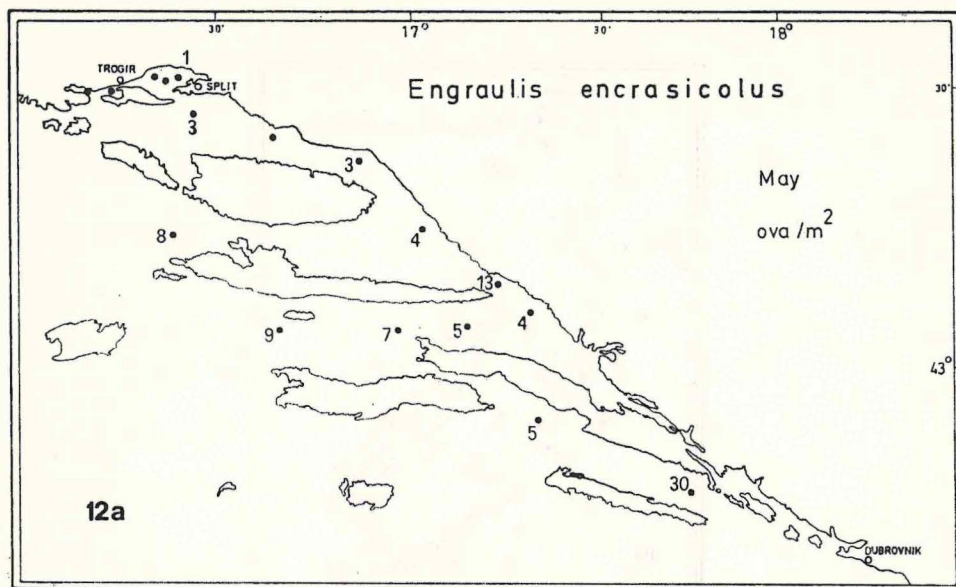




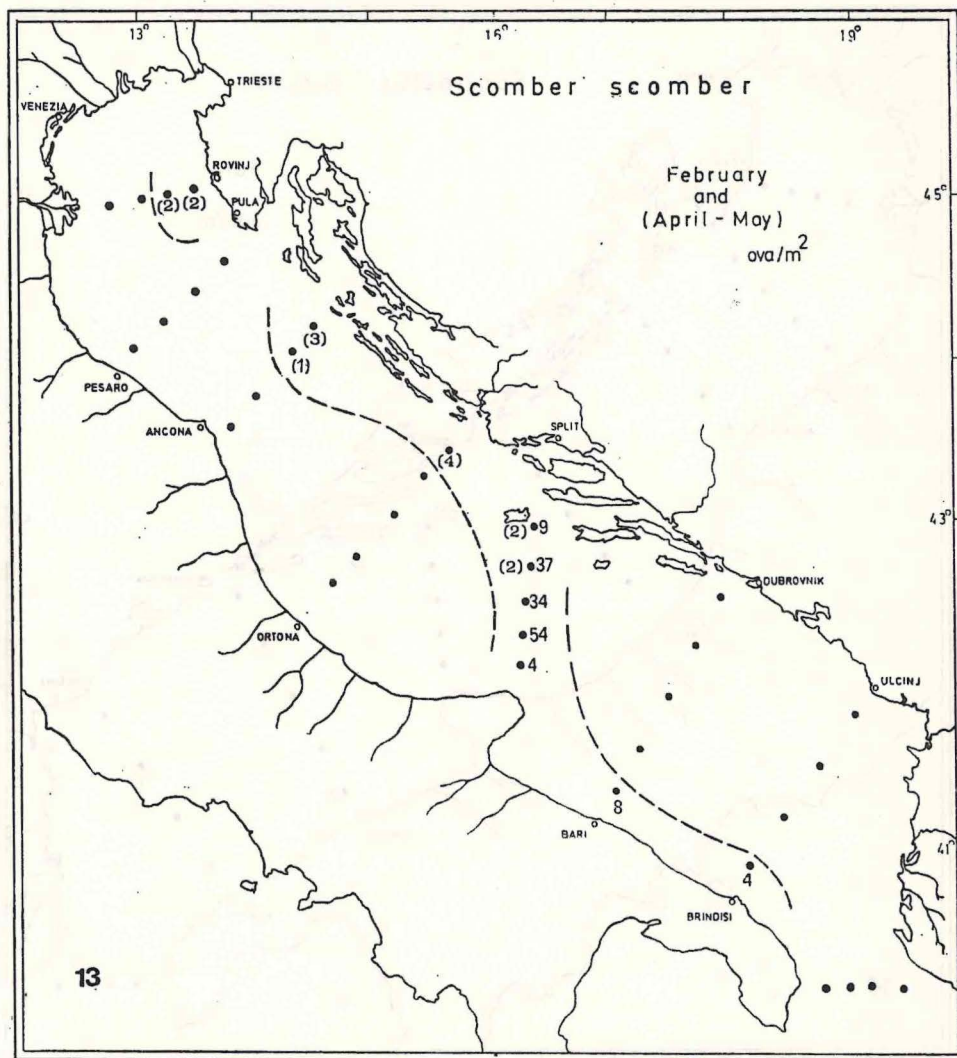


Sl. 11ab. Sezonska raspodjela jaja inćuna u Kvarnerskoj regiji.

Seasonal distribution of anchovy eggs in the Kvarner region.

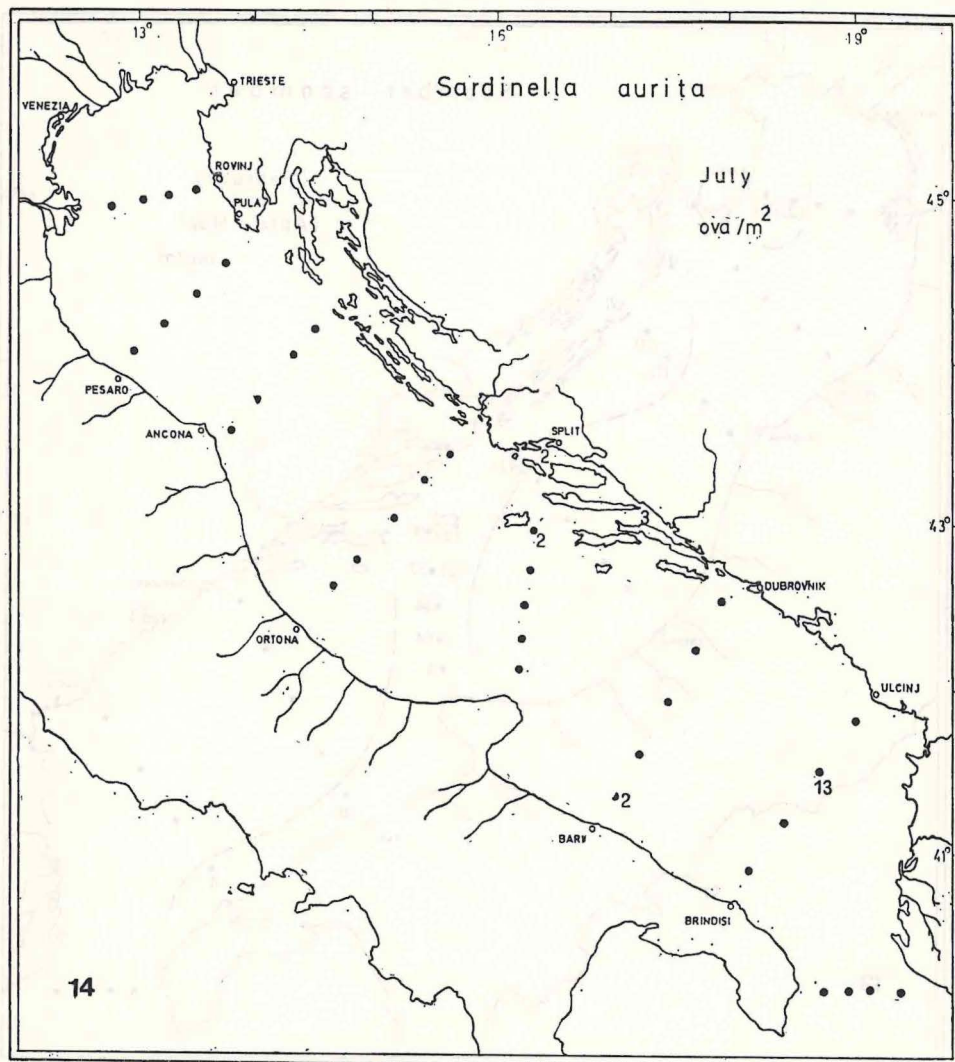


Sl. 12ab. Sezonska raspodjela jaja inćuna u srednjodalmatinskom otočnom području.
Seasonal distribution of anchovy eggs in the Mid-Dalmatian island area.



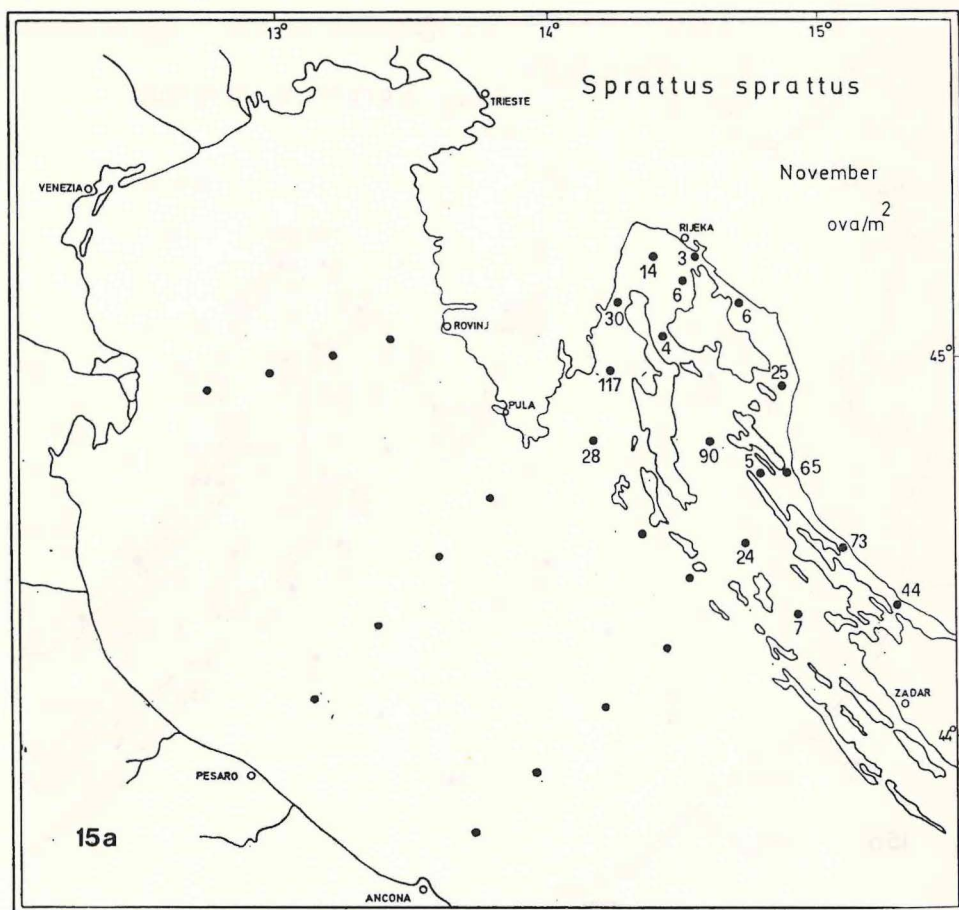
Sl. 13. Sezonska raspodjela jaja skuše na pučini Jadranskog mora. Brojke u zagradama odnose se na proljetno krstarenje.

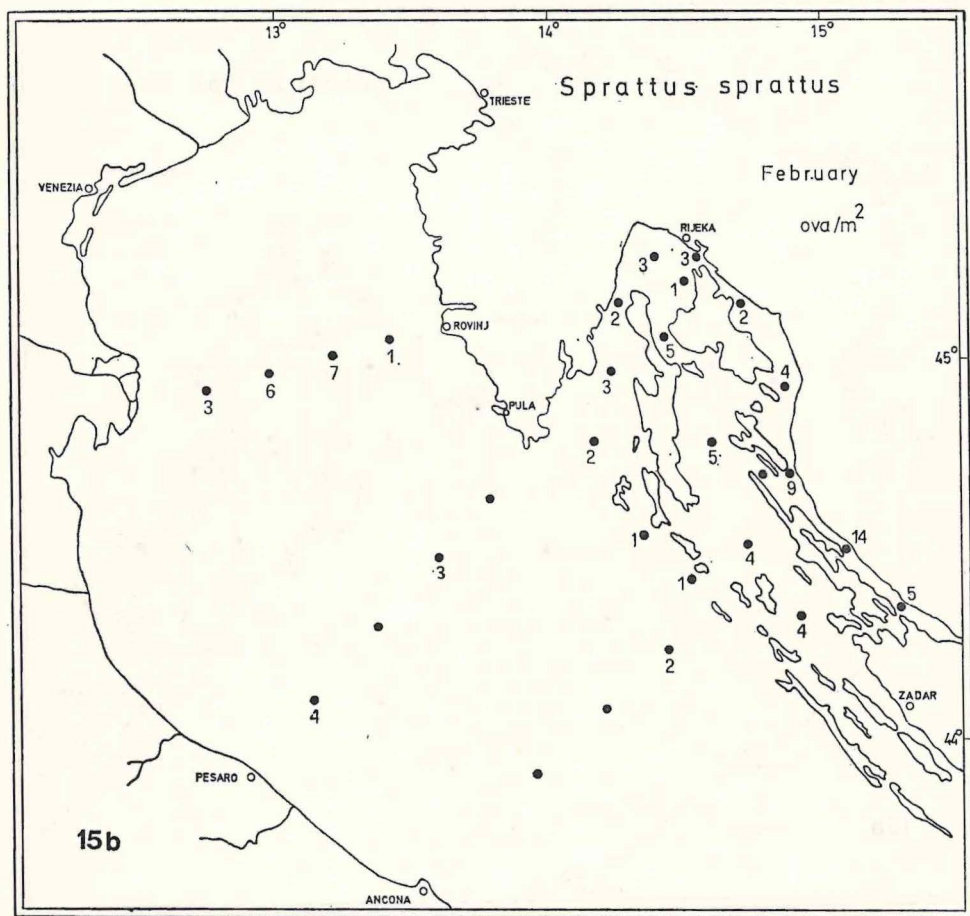
Seasonal distribution of scomber eggs in the open Adriatic Sea. Numbers in parenthesis relate to the spring cruise.

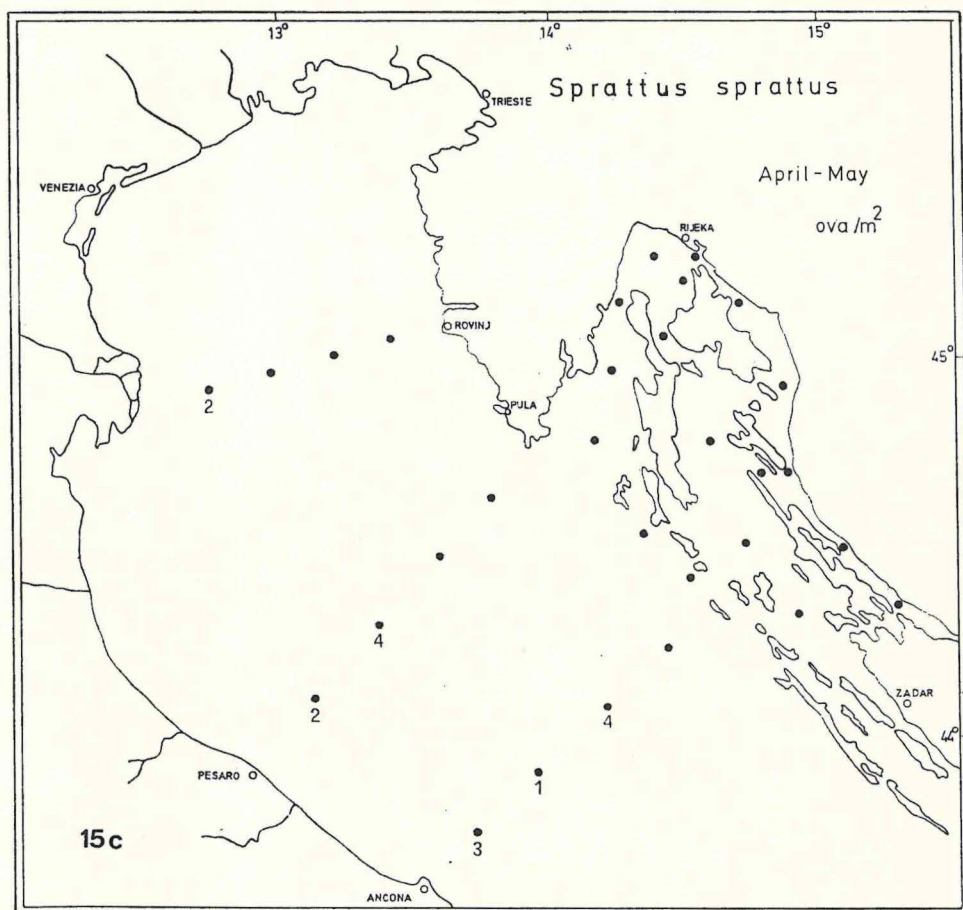


Sl. 14. Raspodjela jaja srdele goleme u Jadranskom moru.

Distribution of round sardine eggs in Adriatic Sea.







Sl. 15abc. Sezonska raspodjela jaja papaline na pučini Sjevernog Jadrana i Kvarnerskoj regiji.

Seasonal distribution of sprat eggs in the North Adriatic and the Kvarner region.

