

ACTA ADRIATICA

INSTITUT ZA OCEANOGRFIJU I RIBARSTVO — SPLIT
SFR JUGOSLAVIJA

Vol. XII. No. 3

O KOLEBANJU I PROSTORNOJ RASPODJELI JUGOSLAVENSKOG ULOVA SRDELE, PAPALINE, BRGLJUNA, SKUŠE I PLAVICE

ON FLUCTUATIONS AND SPATIAL DISTRIBUTION OF
CATCHES IN THE YUGOSLAV SARDINE, SPRAT,
ANCHOVY, MACKEREL AND SPANISH MACKEREL
FISHERIES

RADOSNA MUŽINIĆ

SPLIT 1967.

O KOLEBANJU I PROSTORNOJ RASPODJELI JUGOSLAVENSKOG ULOVA SRDELE, PAPALINE, BRGLJUNA, SKUŠE I PLAVICE

ON FLUCTUATIONS AND SPATIAL DISTRIBUTION OF CATCHES IN THE
YUGOSLAV SARDINE, SPRAT, ANCHOVY, MACKEREL AND SPANISH
MACKEREL FISHERIES

Radosna Mužinić

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

UVOD

U razdoblju nakon II svjetskog rata nastupile su u našem lovu sitne plave ribe krupne promjene koje su nesumnjivo označile bitni napredak u odnosu na stanje prije rata. Među takve promjene treba u prvom redu ubrojiti znatno veći stepen motorizacije ribolovne flote koji je povećao radijus kretanja pojedinih ribolovnih jedinica i omogućio proširenje područja lova u cjelini. Tehnika lova unapređena je zahvaljujući široj primjeni plivarice koja predstavlja efikasniji ribolovni alat od potegače. Pronalaženje ribe omogućeno je u novije vrijeme primjenom ultrazvučne detekcije. Može se pretpostaviti da su te promjene imale povoljan utjecaj na kretanje ulova sitne plave ribe. Na kretanje tog ulova i njegovu prostornu raspodjelu utjecali su nesumnjivo i ekonomski i drugi faktori. Najposlije, zbog nekih svojih nedostataka, ribarstvena statistika ne daje sasvim točnu sliku odnosa u raspodjeli ulova. Ipak, raspoloživi podaci o kretanju i prostornoj raspodjeli ulova srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice u periodima 1931—1940. i 1947—1964. pokazali su neke pravilnosti*). Ovdje se pokušalo ukazati na te pravilnosti. Isto tako pokušali su se definirati pravci razvitka lova promatranih vrsta.

Zahvaljujem svom laborantu Mladenu Limiću na efikasnoj pomoći koju mi je pružio pri obradi svih ovdje upotrebljenih podataka.

MATERIJAL I METODIKA

U radu su upotrebljeni podaci o našem ulovu srdele s papalinom, brgljuna, skuše i plavice u sezoni ljetnog ribolova u periodu 1931—1940, obuhvaćeni Statistikom morskog ribarstva nekadašnje Direkcije pomorskog saobraćaja Ministarstva saobraćaja. Ti podaci predstavljaju ujedno i podatke o godišnjem ulovu srdele, brgljuna, skuše i plavice. Naprotiv, to nikako nije slučaj za papalinu koja se lovi najvećim dijelom izvan sezone ljetnog ribolova. Stoga su količine papaline obuhvaćene u podacima o ulovu srdele malene.

*) Papalina je bila obuhvaćena samo u poslijeratnom periodu.

Za period 1947—1964. koristili su se podaci o našem godišnjem ulovu srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice službene ribarstvene statistike koje nam je stavio na raspolaganje Zavod za statistiku SR Hrvatske.

Područje koje je obuhvatala statistika ulova u periodu 1931—1940. bilo je uže od onog poslijeratne statistike, jer nije uključivalo Slovensko primorje, Istru i neke otoke.

Ribarstvena statistika ni za prijeratni, a ni za poslijeratni period ne raspolaze podacima o intenzitetu lova. Ona k tome ne operira brojem ulovljenih primjeraka, već težinom ulova. Najposlije, statistika ulova nije vođena prema području na kojemu je ulov realiziran, već prema pripadnosti ribolovne jedinice, tako da intenzivnije kretanje jednog dijela ribolovne flote zbog većeg stepena njene motorizacije u poslijeratnom periodu unosi neku grešku u podatke o prostornoj raspodjeli ulova.

Uža područja upotrebljena pri razmatranju prostorne raspodjele ulova u oba perioda nisu bila jednaka. Za period 1931—1940. korišteni su podaci o ulovu lučkih kapetanija I reda, a za poslijeratni period upotrebljena je statistika ulova Slovenskog primorja, bivših kotareva SR Hrvatske i Crne Gore (sl. 1). Da bi se ta uža područja mogla bolje uporediti, ulov kotara Zadar promatran je zajedno s ulovom kotara Šibenik, a ulov kotara Split zajedno s ulovom kotara Makarska.

Kod analize kretanja ulova izračunavan je trend i određivan je stepen varijabilnosti pomoću srednjeg odstupanja od linije trenda. Interpoliran je pravac kao linija trenda, što daje mogućnost lakog upoređivanja.

KOLEBANJE ULOVA

1931—1940.

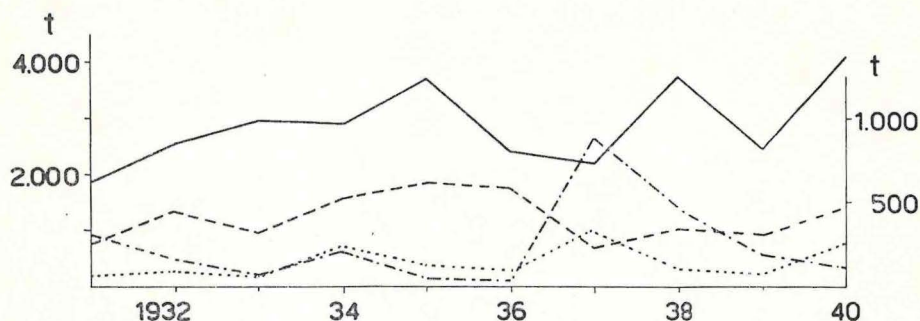
Naš ulov srdele, brgljuna, skuše i plavice u periodu 1931—1940. kolebao je iz godine u godinu (sl. 2*). U tom kolebanju postojale su tendencije koincidiranja i alterniranja. Tako su u srednjem dijelu istočnog Jadrana koincidenciju u kolebanju ulova pokazale srdela i skuša, te brgljun i plavica, a alterniranje ostali parovi vrsta, tj. srdela — brgljun, srdela — plavica, brgljun — skuša i skuša — plavica (Mužinić, 1958). Međutim, statistički značajna pozitivna korelacija bila je ustanovljena samo za brgljuna i plavicu, a statistički značajna negativna korelacija samo za srdelu i plavicu, te skušu i plavicu (Mužinić, ibid).

1947—1964.

Srdela

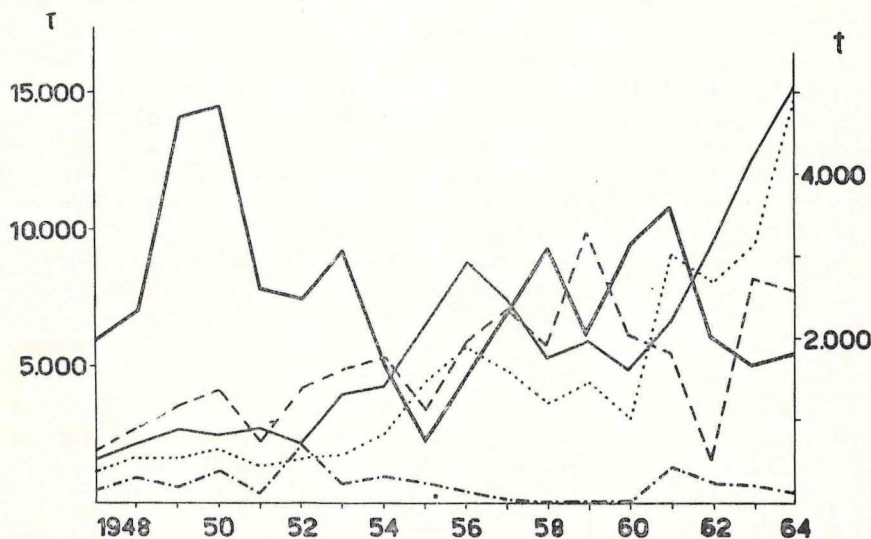
U poslijeratnom periodu godišnji ulov srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice pokazao je također fluktuacije (sl. 3). Tako je godišnji ulov srdele u periodu 1947—1964. kolebao u omjeru 1:6,3. Kolebanje je bilo znatnije u prvoj polovini tog perioda nego u drugoj.

*) Količine papaline obuhvaćene u ulovu srdele bile su malene.



Sl. 2. Kolebanje godišnjeg ulova srdele (—), (lijeva skala), brgljuna (.....), skuše (-----) i plavice (— . — . — .), (desna skala) u periodu 1931—1940.

Fig. 2. Fluctuations in the annual catch of the sardine (—), (left hand scale), anchovy (.....), mackerel (-----) and Spanish mackerel fisheries (— . — . — .), (right hand scale) in the period 1931—40.



Sl. 3. Kolebanje godišnjeg ulova srdele (——), (lijeva skala), papaline (-----), brgljuna (.....), skuše (-----) i plavice (— . — . — .), (desna skala) u periodu 1947—1964.

Fig. 3. Fluctuations in the annual catch of the sardine (——), (left hand scale), sprat (——), (left hand scale), anchovy (.....), mackerel (-----) and Spanish mackerel fisheries (— . — . — .), (right hand scale) in the period 1947—64.

Porast godišnjeg ulova srdele u jednom dijelu srednjeg Jadrana nastupao je nakon opadanja njene srednje dužine u otvorenim vodama tog područja, što je ukazivalo na utjecaj mlađih jačih godišnjih klasa (Mužinić, 1964). U tom području bilo je u periodu 1947—1955. zabilježeno i znatnije kolebanje srednje dužine srdele otvorenih voda (zabilježene su i minimalne srednje

dužine), slično kao što je to bio slučaj i s ulovom (zabilježene su i minimalne i maksimalne vrijednosti ulova). Naprotiv, u periodu 1957—1964. bile su ustanovljene i međusobno slične srednje vrijednosti dužine srdele i neznatno kolebanje njena ulova*). Stoga se pretpostavilo da je kolebanje ulova srdele u promatranom području bilo pod utjecajem fluktuacija jačine godišnjih klasa (Mužinić, *ibid*).

U vezi sa stanjem komercijalnog dijela naselja srdele korisno je osvrnuti se na komparativni studij spolnog sazrijevanja, rastenja i mortaliteta u odnosu na ribolov što ga je izvršio Beverton (1963) na trinaest vrsta klupeida i engraulida, i to utoliko više što su za taj studij bili korišteni podaci o srdeli srednjeg Jadrana (Mužinić, 1954**).

Beverton je pošao od činjenice da su bitne biološke karakteristike koje određuju odgovor komercijalnog dijela naselja (izražen ulovom po broju godišnje regrutiranih primjeraka) na intenzitet iskorišćivanja (izražen kvocijentom ribolovnog i totalnog mortaliteta: $E = \frac{F}{F + M}$) sadržane u dva kvocijenta M/K i L_m/L_∞ (M = koeficijent prirodnog mortaliteta; K = koeficijent relativnog rastenja; L_m = dužina prve spolne zrelosti; L_∞ = asimptotička dužina). Njegove procjene kvocijenta M/K imale su za skoro sve promatrane vrste vrijednosti između 1 i 2 (za srdelu 1,6). Dužina prve spolne zrelosti i asimptotička dužina pokazale su se strogo proporcionalne, a procjene kvocijenta L_m/L_∞ iznosile su za skoro sve vrste 0,7—0,8 (za srdelu 0,74). Pomoću procjena dvaju kvocijenata (M/K i L_m/L_∞) Beverton je dobio vrlo slične krivulje uravnoteženog ulova po broju godišnje regrutiranih primjeraka u odnosu na intenzitet iskorišćivanja, i to bez izrazitog maksimuma pri intenzitetu lova koji je vjerovatno ostvaren u praksi. Beverton je i kod razmatranja drugih dvaju kriterija za definiranje odgovora komercijalnog dijela naselja na lov ustanovio sličnost između promatranih vrsta. Autor je, prema tome, zaključio da niz naselja, koja na prvi pogled imaju vrlo različite dinamičke karakteristike, daje sasvim sličan odgovor na intenzitet iskorišćivanja.

Analiza što ju je izvršio Beverton vrijedi pod uvjetom da se lov vrši na račun spolno zrele ribe. Ukoliko se lovi dijelom ili u cjelini spolno nezrela riba, može se očekivati više krivolinijski odnos između uravnoteženog ulova i intenziteta iskorišćivanja, a eventualno i maksimum pri nekom intermedijarnom intenzitetu iskorišćivanja, tj. ako je dužina pri kojoj se riba lovi dovoljno malena u upoređenju s dužinom prve spolne zrelosti (Beverton, *ibid*). Naš lov srdele vrši se dijelom na račun spolno nezrele srdele. Međutim, na pitanje, koliki je udio njena ulova u ukupnom ulovu srdele, naša ribarstvena statistika ne može dati odgovor.

Kolebanje našeg godišnjeg ulova srdele u periodu 1947—1964. nije pokazalo neku pravilnost, a niti vidljivo povoljan utjecaj ekspanzije ljetnog ribolova prema otvorenom moru koja je u sjevernom dijelu srednjeg Jadrana započela 1958. g. a u sjevernijim vodama još i ranije. Kretanje godišnjeg ulova srdele u tom periodu pokazuje tendenciju znatnog prosječnog opadanja od $b = -0,17$ hiljada tona (tab. 1, sl. 4). Varijabilnost tog ulova bila je vrlo velika.

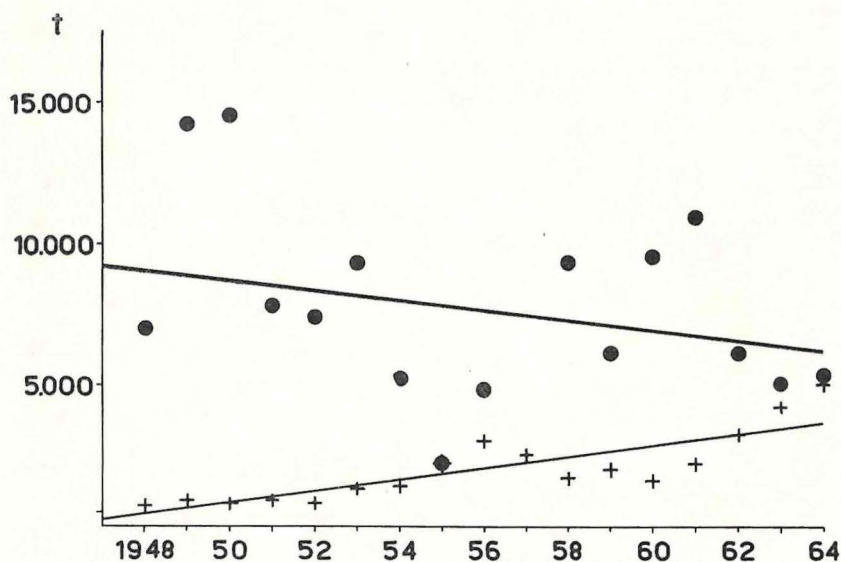
*) Opažanja o sastavu lovina nisu bila vršena u 1956. g.

**) Među tim vrstama nalaze se i papalina i brgljun.

TAB. 1. KARAKTERISTIKE KRETANJA ULOVA SRDELE, PAPALINE, BRGLJUNA, SKUŠE I PLAVICE U PERIODU 1947 - 1964. (PODACI U HILJADAMA TONA)

TABLE 1. CHARACTERISTICS OF FLUCTUATIONS IN THE CATCH OF THE SARDINE, SPRAT, ANCHOVY, MACKEREL AND SPANISH MACKEREL FISHERIES IN THE PERIOD 1947-64. (DATA IN THOUSAND TONS)

		Srdela	Papalina	Brgljun	Skuša	Plavica	Sve vrste osim srdele
		<i>Sardine</i>	<i>Sprat</i>	<i>Anchovy</i>	<i>Mackerel</i>	<i>Spanish mackerel</i>	<i>All species, the sardine excluded</i>
Srednja vrijednost	($\bar{y}$)	7.65	1.90	1.50	1.65	0.20	5.3
Mean							
Srednji porast	(b)	-0.17	0.20	0.19	0.09	-0.01	0.47
Average increase							
Srednje odstupanje od linije trenda	(s)	3.14	0.67	0.69	0.50	0.17	1.42
Standard deviation from the trend line							
Srednje odstupanje od linije trenda u	%	41.1	35.5	45.8	30.6	86.5	26.9
Standard deviation from the trend line in							



Sl. 4. Trend godišnjeg ulova srdele (● ———) i papaline (+ ———) u periodu 1947—1964.

Fig. 4. Trend in the annual catch of the sardine (● ———) and sprat fisheries (+ ———) in the period 1947-64.

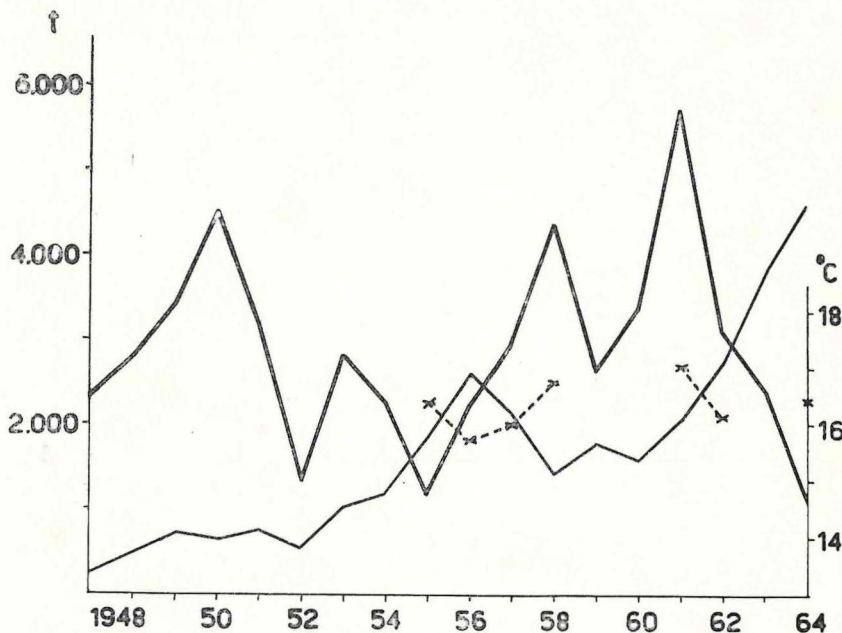
Srednje odstupanje iznosilo je, naime, $s = 3,14$ hiljada tona ili 41,1%.

Odsutnost vidljivo povoljnog utjecaja ekspanzije ljetnog ribolova na ulov srdele u skladu je s kretanjem srdele srednjeg Jadrana prema obali kopna u toku sezone njena lova (Mužinić, 1950, 1952, 1954), kao i sa smještajem njenih lovišta u obalnim vodama zapadne Istre (Gamulin, 1964).

U kolebanju ulova srdele u periodu 1947—1964. zapazilo se neko alterniranje u odnosu na kolebanje ulova papaline i brgljuna (sl. 3). Izrazitije alterniranje u kretanju ulova srdele i papaline pokazalo je Slovensko primorje s kotarevima Pula i Rijeka (sl. 5). Alterniranje u kretanju godišnjih količina srdele i papaline dopremljenih na ribarnicu u Rijeci u periodu 1914—1932. zabilježio je D'Ancona (1960).

Papalina

Godišnji ulov papaline u periodu 1947—1964. kolebao je u omjeru 1:9,6. Nakon vrlo niskih i međusobno sličnih vrijednosti ulova u godinama 1947—1952. nastupio je porast ulova papaline s maksimumom u 1956, a kasnije drugi konstantni porast koji je započeo u 1961. i doveo do vrlo visoke vrijednosti njena ulova u 1964. g. (sl. 3). Kretanje godišnjeg ulova papaline u periodu 1947—1964. karakterizira znatni prosječni porast od $b = 0,20$ hiljada tona i



Sl. 5. Kolebanje godišnjeg ulova srdele (—) i papaline (---) u tri naj-sjevernija područja u periodu 1947—1964. i srednja godišnja temperatura (X — — — —) u tri naj-sjevernija područja u periodu 1947—1964. i srednja godišnja temperatura (X — — — —).

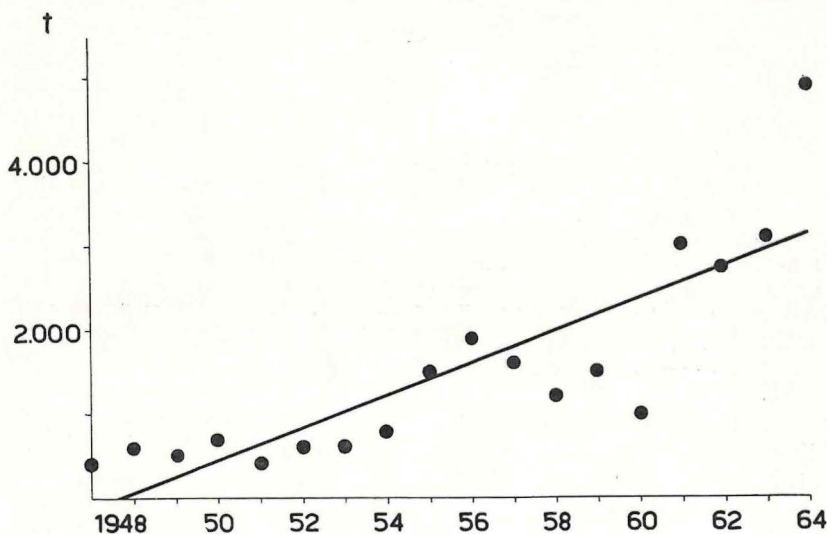
znatna varijabilnost izražena srednjim odstupanjem od linije trenda $s = 0,67$ hiljada tona ili 35,5% (tab. 1, sl. 4). Period konstantnog porasta ulova papaline nakon 1960. g. podudarao se uglavnom s opadanjem i niskim vrijednostima ulova srdele. Porast ulova papaline na području Slovenskog primorja s kotarevima Pula i Rijeka u godinama 1962—1964. koincidirao je s jakim opadanjem ulova srdele (sl. 5).

Neku koincidenciju pokazalo je kolebanje ulova papaline i brgljuna u periodu 1947—1964. (sl. 3).

Raspoloživi podaci o srednjoj godišnjoj temperaturi za najsjeverniji Jadran (Marinković, 1956, 1959a, 1959b; Božić *et al*, 1963; Božić *et al*, 1964) dozvoljavaju da se zaključi da je ulov papaline u tom području rastao s opadanjem temperature mora i obrnuto (sl. 5). Kolebanje godišnjeg ulova papaline moglo bi se, prema tome, bar jednim dijelom svesti na kolebanje njene dostupnosti lovu. Ipak, ulov papaline u tom području u 1964. bio je skoro dva i po puta veći od njena ulova u 1955. g. i pored skoro jednakih temperatura u tim godinama.

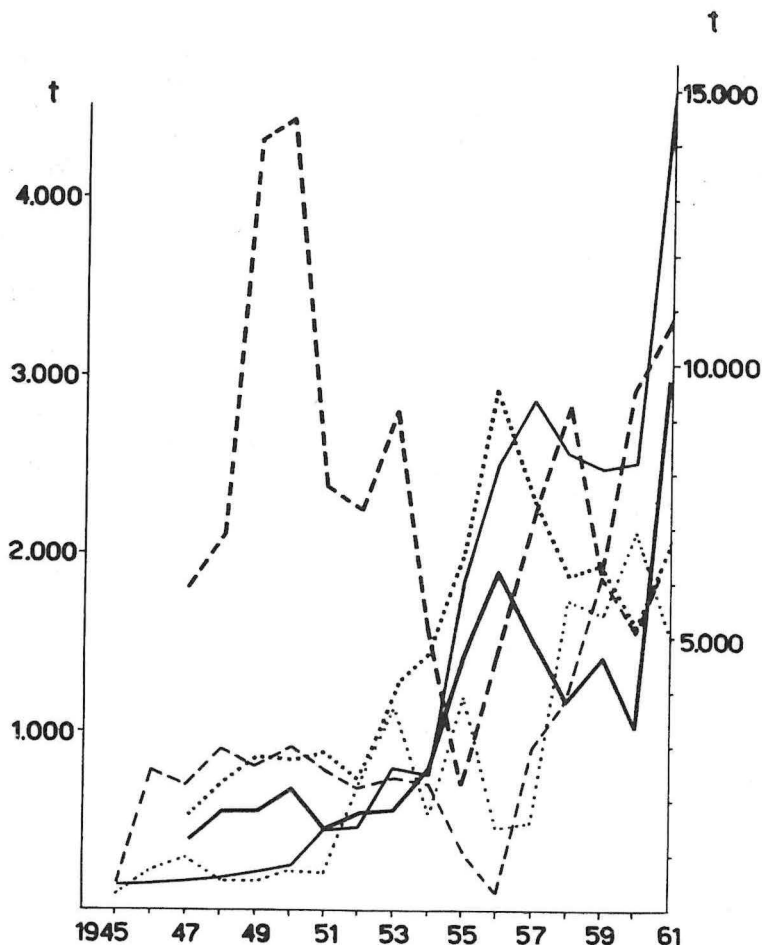
Brgljun

Godišnji ulov brgljuna u periodu 1947—1964. kolebao je u omjeru 1:12,2. Ulov u periodu 1954—1964. bio je najčešće znatno veći nego ranije (sl. 3), što je vjerovatno bilo dobrim dijelom posljedica ekspanzije lova prema otvorenom moru. Ipak su 1958. i 1960. bile godine dosta lošeg ulova brgljuna. Kretanje godišnjeg ulova brgljuna u periodu 1947—1964. obilježeno je znatnim prosje-



Sl. 6. Trend godišnjeg ulova brgljuna u periodu 1947—1964.

Fig. 6. Trend in the annual catch of the anchovy fishery in the period 1947—64.



Sl. 7. Jugoslavenski godišnji ulov srdele (— — — —), (desna skala), papaline (..... i brgljuna (————), (lijeva skala) u periodu 1947—1961. i količine tih vrsta (tanke linije), (lijeva skala) na ribarnici u Chioggi u periodu 1945—1961.

Fig. 7. Yugoslav annual catch of the sardine (— — — —), (right hand scale), sprat (..... and anchovy fisheries (————), (left hand scale) in the period 1947—61 and quantities of these species (thin lines), (left hand scale) recorded in the Chioggia fishmarket in the period 1945—61.

čnim porastom, sličnim onome papaline, od $b = 0,19$ hiljada tona i vrlo velikom varijabilnošću koja je izražena srednjim odstupanjem od linije trenda $s = 0,69$ hiljada tona ili 45,8% (tab. 1, sl. 6).

Pored nekog koincidiranja u kolebanju ulova brgljuna i papaline, te alterniranja u kretanju ulova brgljuna i srdele neka suprotnost manifestirala se i u kolebanju ulova brgljuna i skuše (sl. 3).

Značajno je da je kretanje godišnje količine brgljuna iz sjevernog Jadrana, koja je bila dopremljena na ribarnicu u Chioggi u poslijeratnom periodu (Mozzi, 1964, sl. 1), bilo slično kretanju našeg godišnjeg ulova brgljuna (sl. 7).

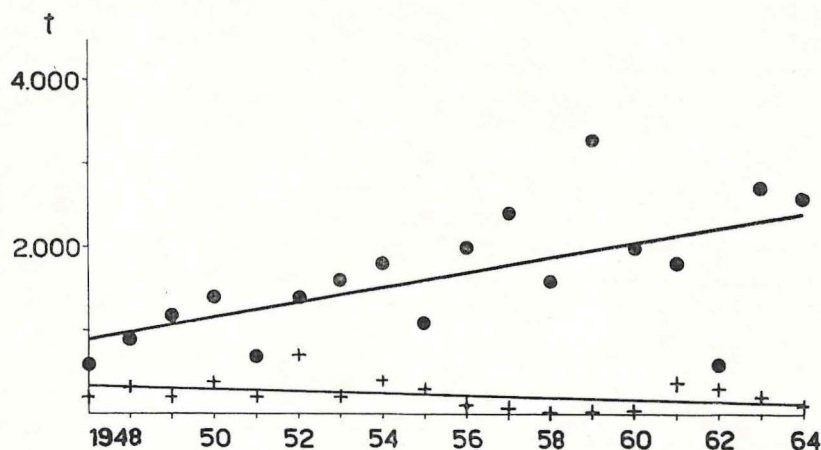
Sličnost se ogleda u znatnom porastu u 1955. i 1956. a osobito u 1961. g. te u stagnaciji u godinama 1958—1960. Značajno je da se sličnost u kretanju našeg ulova brgljuna i količine brgljuna na ribarnici u Chioggi ispoljila i pored različitog kretanja broja ultrazvučnih detektora montiranih na ribarskim brodovima. U našem ljetnom ribolovu broj detektora je jako porastao u 1961. g. Naprotiv, broj detektora ribarske flote iz Chiogge pokazao je porast u godinama 1958—1960, tj. upravo u periodu stagnacije u kretanju količine brgljuna na tamošnjoj ribarnici. Sam porast te količine (1955, 1956. i donekle 1957) padao je u vrijeme porasta broja mreža tipa »saccolleva«. Porasta broja mreža u našem ljetnom ribolovu u to vrijeme nije bilo.

Sličnost se zapaža i u odnosu između vrsta. Tako su količine papaline i brgljuna na ribarnici u Chioggi bile malene u godinama neposredno nakon rata nasuprot količini srdele; porast količine brgljuna u 1955. i 1956. g. koincidirao je sa znatnim opadanjem količine srdele; neko alterniranje pokazalo je kretanje količine srdele i papaline u godinama 1959—1961.

Skuša

U kretanju godišnjeg ulova skuše u periodu 1947—1964. dominirala je do 1960. g. tendencija porasta koja je mogla biti dobrim dijelom posljedica ekspanzije lova prema otvorenom moru (sl. 3). Ipak, u 1958. g. nastupio je jedan od minimuma njena ulova. Nakon 1958. g. fluktuacije ulova skuše postale su izrazitije (minimalni ulov skuše uopće bio je zabilježen 1962, a maksimalni u 1959. g). Minimalni ulov odnosio se prema maksimalnom kao 1:6.

U kolebanju ulova skuše postojao je većinom neki ritam. Maksimalni je nastupao svake druge, treće ili četvrte godine. Međutim, u 1961. g. uslijedio je, umjesto očekivanog maksimuma ulova skuše, njegov daljnji pad. Upravo te



Sl. 8. Trend godišnjeg ulova skuše (● —) i plavice (+ —) u periodu 1947—1964.

Fig. 8. Trend in the annual catch of the mackerel (● —) and Spanish mackerel fisheries (+ —) in the period 1947—64.

je godine ulov plavice naglo i znatno porastao, tako da je nakon dužeg perioda dosegao izraziti maksimum. Još jače je ulov skuše opao u 1962, da bi tek 1963. g. znatno porastao.

Kretanje godišnjeg ulova skuše u čitavom poslijeratnom periodu obilježava vrlo blagi prosječni porast od $b = 0,09$ hiljada tona i velika varijabilnost, iako manja od one srdele, papaline, a osobito brgljuna, izražena srednjim odstupanjem od linije trenda $s = 0,50$ hiljada tona ili 30,6% (tab. 1, sl. 8).

Plavica

Godišnji ulov plavice u periodu 1947—1964. kolebao je vrlo znatno, tj. u omjeru 1:30,2. U prvoj polovini tog perioda kolebanje je pokazivalo neku pravilnost: maksimum je nastupao svake druge godine (bio je izrazit u 1952), (sl. 3). Nakon toga ulov je postepeno opadao, da bi u godinama 1958—1960. dosegao sasvim beznačajne vrijednosti. U 1961. g. nastupio je nagli i izraziti porast ulova plavice — bilo je to u godini naglog i jakog porasta ulova brgljuna i daljnjeg opadanja ulova skuše — nakon kojega je uslijedilo opadanje ulova.

Kretanje godišnjeg ulova plavice u poslijeratnom periodu nije pokazalo vidljivo povoljan utjecaj ekspanzije ljetnog ribolova prema otvorenom moru. Ono je bilo obilježeno stagnacijom s $b = -0,01$ hiljada tona i krajnjom varijabilnošću izraženom srednjim odstupanjem od linije trenda $s = 0,17$ hiljada tona ili 86,5% (tab. 1, sl. 8).

DISKUSIJA

Godišnji ulov srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice pokazao je većinom znatniju amplitudu kolebanja u periodu 1947—1964. nego u periodu 1931—1940, što jednim dijelom treba pripisati ekspanziji lova prema otvorenom moru.

Analiza razvojnih tendencija u kretanju ulova pojedinih vrsta u poslijeratnom periodu ukazala je na znatan i podjednak porast ulova papaline i brgljuna, slabiji porast ulova skuše, te znatno opadanje ulova srdele i stagnaciju ulova plavice (tab. 1, sl. 4, 6 i 8). Varijabilnost ulova tih vrsta bila je velika, kako to pokazuju srednja odstupanja od linija trenda, tj. od 30,6 do 45,8% ako se izuzme plavica s njenom krajnjom varijabilnošću ulova (86,5%).

Postavlja se pitanje, da li bi se porast ulova papaline, brgljuna i skuše mogao svesti na samu ekspanziju lova prema otvorenom moru? Znatno opadanje ulova srdele i tendencija alterniranja u kolebanju ulova srdele s jedne strane, te papaline i brgljuna s druge strane govore protiv te mogućnosti.

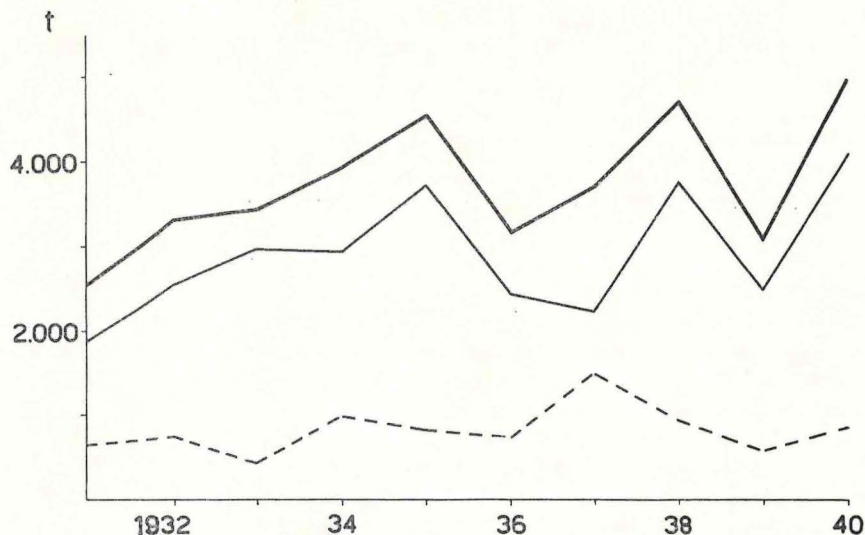
U kolebanju ulova nekih parova vrsta u periodu 1947—1964. ispoljile su se donekle tendencije koincidiranja i alterniranja koje su i pored ekspanzije lova prema otvorenom moru i drugih utjecaja bile jednake onima što su se zabilježile u srednjem dijelu istočnog Jadrana u periodu 1931—1940. (Mužinić, 1958).

Analiza odnosa kretanja ulova papaline i drugih vrsta ukazala je na tendenciju koincidiranja ulova papaline i brgljuna, kao i na tendenciju alterniranja u kolebanju ulova papaline i srdele.

O zakonitostima na kojima počivaju zapažene tendencije teško je nešto zaključiti. Pri razmatranju kretanja ulova srdele, brgljuna, skuše i plavice u srednjem dijelu istočnog Jadrana u periodu 1931—1940. konstatirana je negativna korelacija u kolebanju ulova samo između vrsta s različitom sezonom mriješćenja, dok je pozitivna korelacija nađena samo između vrsta s približno istom sezonom mriješćenja (Mužinić, 1958). Srdela i skuša imaju, naime, uglavnom zimsko mriješćenje, a brgljun i plavica uglavnom ljetno. Međutim, u poslijeratnom periodu primijetila se neka koincidencija u kolebanju ulova papaline i brgljuna, tj. vrsta s bitno različitom sezonom mriješćenja, kao i alterniranje u kolebanju ulova papaline i srdele koje imaju sličnu sezonu mriješćenja. Margalef (1960) smatra da je alterniranje u kolebanju ulova srdele i drugih vrsta odraz promjena u uvjetima njihova života.

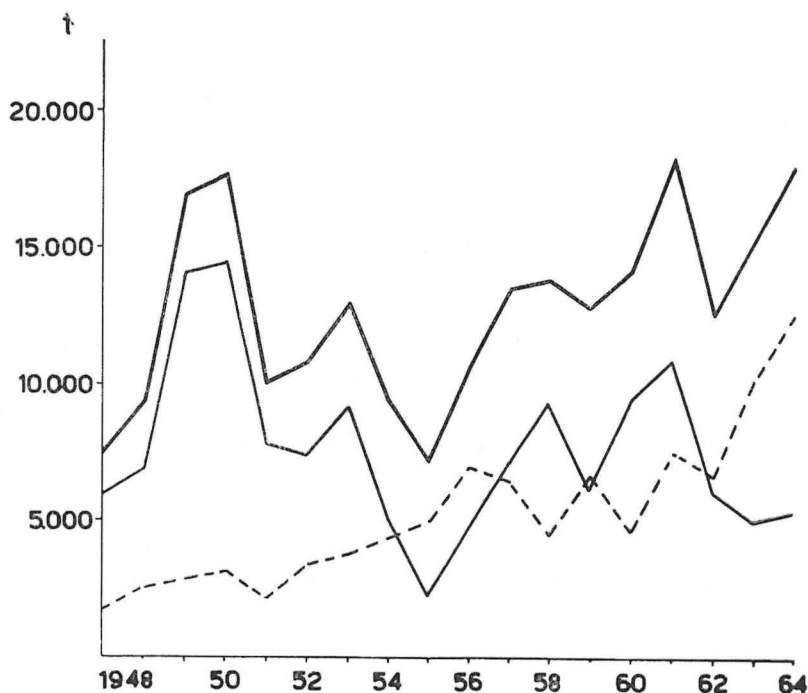
Godišnji ulov srdele, brgljuna, skuše i plavice u cjelini u periodu 1931—1940. kolebao je manje od godišnjeg ulova pojedinih vrsta, tj. u omjeru 1:2 (sl. 3 i 9). Znatno veća razlika postojala je u tom pogledu između amplitude kolebanja godišnjeg ulova srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice u cjelini i kolebanja godišnjeg ulova pojedinih vrsta u periodu 1947—1964. (sl. 3 i 10). Godišnji ulov svih vrsta kolebao je u omjeru 1:2,5. Razlika je bila uzrokovana prevladavajućom tendencijom alterniranja u kolebanju godišnjeg ulova srdele i nekih drugih vrsta (sl. 9 i 10).

Dok je kretanje godišnjeg ulova srdele u poslijeratnom periodu pokazalo tendenciju znatnog opadanja od $b = -0,17$ hiljada tona, dotle se kretanje cjelokupnog godišnjeg ulova papaline, brgljuna, skuše i plavice (ova posljednja nije bila ni od kakvog utjecaja) odlikovalo snažnim porastom od $b = 0,47$



Sl. 9. Kolebanje ukupnog godišnjeg ulova srdele, brgljuna, skuše i plavice (—) prve (—) i ostalih triju vrsta (— — —) u periodu 1931—1940.

Fig. 9. Fluctuations in the total annual catch of the sardine, anchovy, mackerel and Spanish mackerel fisheries (—), of the first one (— — —) and the last three species fisheries (— — —) in the period 1931—40.

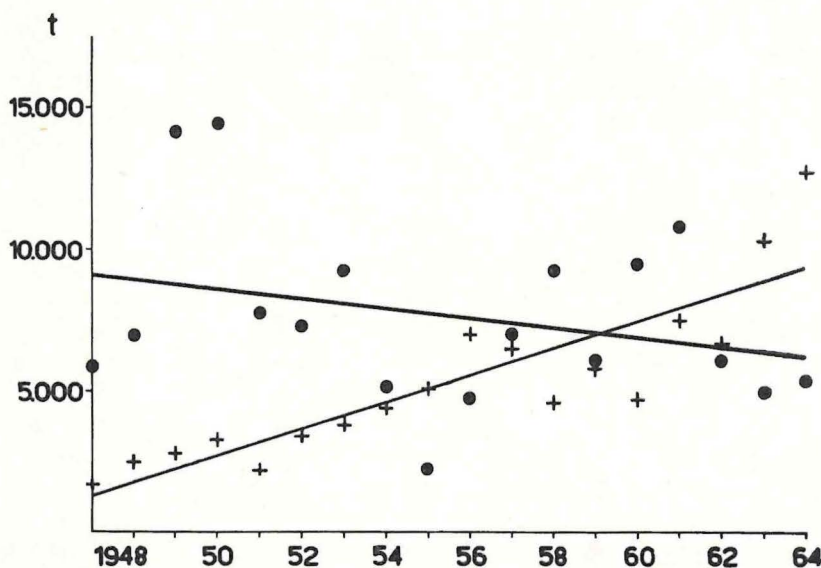


Sl. 10. Kolebanje ukupnog godišnjeg ulova srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice (—), prve (—) i ostalih četiriju vrsta (— — —) u periodu 1947—1964.

Fig. 10. Fluctuations in the total annual catch of the sardine, sprat, anchovy, mackerel and Spanish mackerel fisheries (—), of the first one (—) and the last four species fisheries (— — —) in the period 1947—64.

hiljada tona i varijabilitetom manjim od onoga pojedinih vrsta, izraženim srednjim odstupanjem od linije trenda $s = 1,42$ hiljada tona ili 26,9% (tab. 1, sl. 11).

Postavlja se pitanje, da li bi se na osnovu analiziranih razvojnih tendencija u kretanju ulova srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice mogla izvršiti prognoza daljnje razvoja njihova lova? Kod razmatranja mogućnosti te prognoze potrebno je imati u vidu činjenicu da je poslijeratni period bio označen znatnim promjenama u lovu sitne plave ribe, među kojima vjerojatno posebno mjesto pripada ekspanziji tog lova prema otvorenom moru. Te promjene predstavljaju donekle zapreku za sagledavanje perspektive našeg lova sitne plave ribe. Činjenica da je naš ulov papaline i brgljuna zadnjih godina porastao, a isto tako da je porastao i italijanski ulov brgljuna, a u slabijoj mjeri i ulov srdele i papaline (prema podacima koje donosi Mozzi, 1964), pokazuje da bi mogle postojati neke rezerve za intenzifikaciju lova. U svakom slučaju treba računati na kolebanje veličine naselja i njihove dostupnosti lovu.



Sl. 11. Trend godišnjeg ulova srdele (● —) i ostalih četiriju vrsta (+ —) u periodu 1947—1964.

Fig. 11. Trend in the annual catch of the sardine (● —) and other four species fisheries (+ —) in the period 1947—64.

PROSTORNA RASPODJELA ULOVA

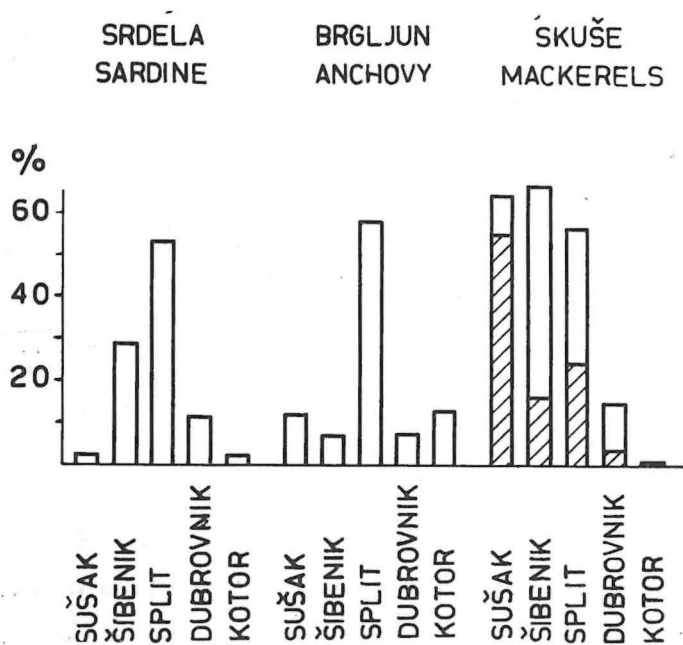
Srdela i papalina

Procentualna raspodjela ulova srdele u periodima 1931—1940. i 1947—1964. duž onog dijela našeg sadašnjeg ribolovnog područja koji je bio uglavnom obuhvaćen i predratnom ribarstvenom statistikom bila je donekle slična (sl. 12 i 13). Sličnost se ogleda u dominantnom udjelu područja Split i malom udjelu perifernih dijelova promatranog područja u ukupnom ulovu srdele.

S proširenjem našeg ribolovnog područja prema sjeveru nakon II svjetskog rata prostorna raspodjela ulova srdele pokazala je u periodu 1947—1964. nešto drugačije odnose (sl. 13). Kotar Rijeka postao je, naime, izuzetan sa svojim niskim udjelom srdele u njenom ukupnom ulovu (7%) u upoređenju s udjelom susjednih područja, tj. kotara Pula (21%) i kotara Zadar sa Šibenikom (18%).

Naprotiv, ulov papaline u periodu 1947—1964. ostvario je najvećim dijelom kotar Rijeka (59%), a u daleko slabijoj mjeri Slovensko primorje (9%) i kotar Zadar sa Šibenikom (8%), (sl. 13).

Sudeći prema raspodjeli ulova u našem ribolovnom području u periodu 1947—1964, papalina pokazuje sjevernije i ograničenije rasprostranjenje od srdele. To je i razumljivo, jer je papalina borealna vrsta — ostatak jedne faune s borealnom tendencijom koja je u toku Kvartara, kada je klima u Mediteranu postala toplija, bila zamijenjena toplijom faunom — i kao takva ograničena



Sl. 12. Procentualna raspodjela godišnjeg ulova srdele, brgljuna, skuše (ispunjeni histogram) i plavice u jugoslavenskom ribolovnom području u periodu 1931—1940.

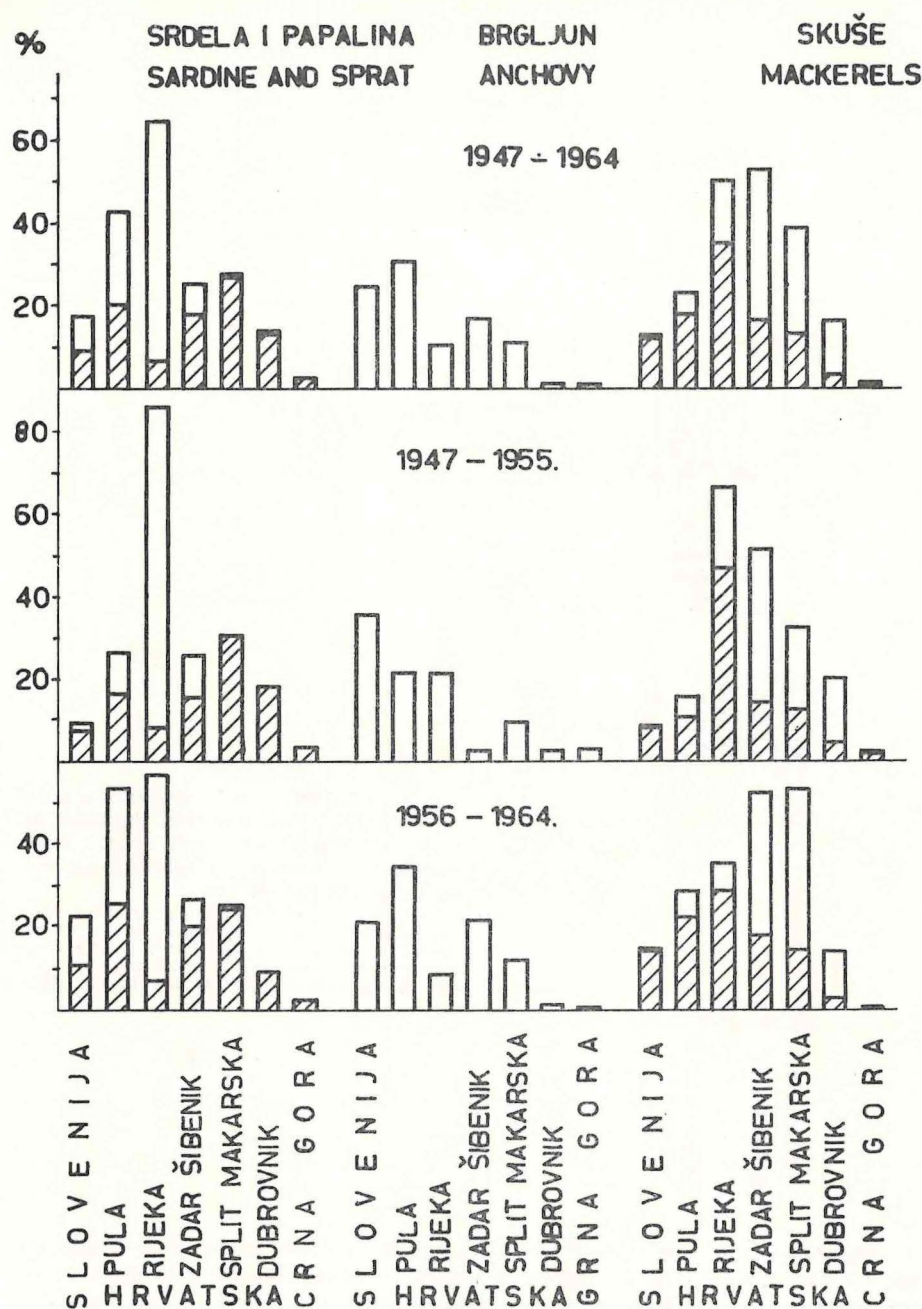
Fig. 12. Percentage distribution of the annual catch of the sardine, anchovy, mackerel (the last by shaded histogram) and Spanish mackerel fisheries in the Yugoslav fishing area in the period 1931—40.

na najsjevernije dijelove Mediterana, nasuprot srdeli koja je rasprostranjena u najvećem dijelu tog mora (Furnestin, 1952).

U ulovu kotara Rijeka papalina je u znatnoj mjeri zamijenila srdelu, pa su te vrste pokazale više manje vikaran karakter.

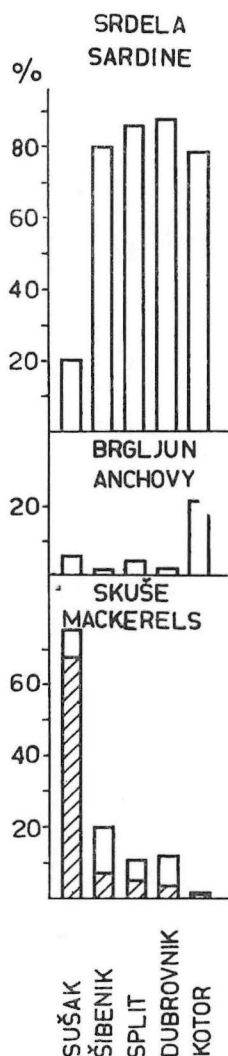
Ulov papaline u najsjevernijem dijelu Jadrana mogao bi možda biti i viši. Potrebno je, naime, imati u vidu da segregacija vrsta koja je u tom dijelu Jadrana bila zabilježena u sezoni ljetnog ribolova (Gamulin, 1964) pruža mogućnost izbjegavanja papaline, te ekonomski manje vrijedne vrste, odnosno preferiranje ekonomski vrednije srdele koja se k tome zapadno od Istre lovi u obalnim vodama. U prilog mogućnosti povećanja tog ulova govori činjenica da je udio ulova papaline Slovenskog primorja i kotara Pula u njenom ukupnom ulovu u periodu 1956—1964. u odnosu na period 1947—1955. znatno više porastao od udjela ulova tih područja u ukupnom ulovu srdele (sl. 13).

Na odnos između rasprostranjenja srdele i papaline ukazuje i relativna zastupljenost promatranih vrsta duž našeg ribolovnog područja u poslijeratnom periodu. Udio ulova srdele u cjelokupnom ulovu srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice pojedinih užih područja izuzevši kotar Rijeka u periodu 1947—1964. kretao se od 48—91%, a bio je niži na sjeveru nego na jugu (sl. 15).



Sl. 13. Procentualna raspodjela godišnjeg ulova srdele (ispunjeni histogram), papaline, brgljuna, skuše (posljednja ispunjeni histogram) i plavice u jugoslavenskom ribolovnom području u periodu 1947—1964, te u prvoj i drugoj polovini tog perioda.

Fig. 13. Percentage distribution of the annual catch of the sardine (shaded histogram), sprat, anchovy, mackerel (the last by shaded histogram) and Spanish mackerel fisheries in the Yugoslav fishing area in the period 1947—64 and in the first and second halves of that period.

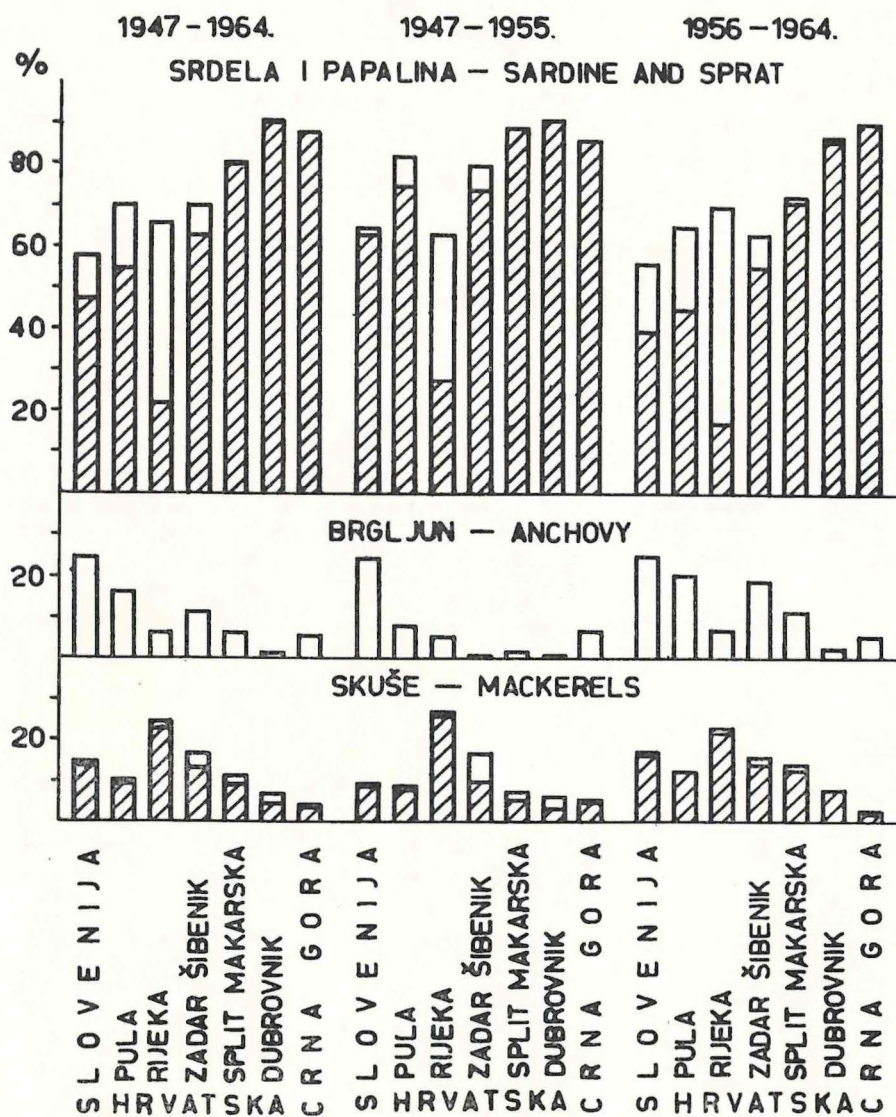


Sl. 14. Procentualni udio godišnjeg ulova pojedinih vrsta (skuša ispunjeni histogram) u ukupnom godišnjem ulovu srdele, brgljuna, skuše i plavice pojedinih područja u periodu 1931—1940.

Fig. 14. Percentage share of the annual catch of the single species fisheries (mackerel by shaded histogram) in the total annual catch of the sardine, anchovy, mackerel and Spanish mackerel fisheries of individual areas in the period 1931—40.

Najmanji udio imalo je Slovensko primorje, a najveći kotar Dubrovnik. Izuzetak je predstavljao kotar Rijeka s udjelom srdele od 23%. Naprotiv, udio ulova papaline u cjelokupnom ulovu promatranih vrsta u periodu 1947—1964. ni za jedno područje nije prelazio 15% — u južnijem dijelu našeg ribolovnog područja bio je beznačajan — osim za kotar Rijeka, gdje je dosegao 44%.

Dok je udio ulova srdele Slovenskog primorja, te kotareva Pula i Rijeka u ukupnom ulovu srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice tih područja bio daleko niži u periodu 1956—1964. nego u periodu 1947—1955, dotle je za udio ulova papaline vrijedilo obrnuto (sl. 15).



Sl. 15. Procentualni udio godišnjeg ulova pojedinih vrsta (srdele i skuša ispunjeni histogram) u ukupnom godišnjem ulovu srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice pojedinih područja u periodu 1947—1964, te u prvoj i drugoj polovini tog perioda.

Fig. 15. Percentage share of annual catch of the single species fisheries (sardine and mackerel by shaded histogram) in the total annual catch of the sardine, sprat, anchovy, mackerel and Spanish mackerel fisheries of individual areas in the period 1947—64 and in the first and second halves of that period.

Brgljun

Najveći dio ulova brgljuna u periodu 1931—1940. bio je ostvaren na području kapetanije Split (59%), (sl. 12). Dio ulova koji je otpadao na ostale kapetanije bio je daleko manji (8—13%).

U periodu 1947—1964. glavni dio ulova brgljuna ostvarili su kotar Pula (32%) i Slovensko primorje (25%), (sl. 13). Kotarevi Zadar sa Šibenikom, a osobito Rijeka i Split s Makarskom imali su slabiji udio u ukupnom ulovu brgljuna (17, 12 i 12%). Takva raspodjela ulova brgljuna znatno se razlikovala od one u periodu 1931—1940.

Sudeći prema podacima o raspodjeli ulova, brgljun je u poslijeratnom periodu s proširenjem našeg ribolovnog područja prema sjeveru pokazao sjevernije rasprostranjenje od srdele. Relativno slab udio najsjevernijeg dijela Jadrana u ukupnom ulovu srdele trebalo bi razmatrati u odnosu na potencijalni udio tog područja u ukupnom ulovu papaline.

Zastupljenost brgljuna u ukupnom ulovu promatranih vrsta pojedinih užih područja u poslijeratnom razdoblju pokazala je također razliku u upoređenju s onom u prijeratnom razdoblju. Izuzetno je veliki udio u ulovu promatranih vrsta imao brgljun u periodu 1931—1940. na području kapetanije Kotor (21%), (sl. 14). Naprotiv, u periodu 1947—1964. on je bio najjače zastupljen u ulovu Slovenskog primorja (26%), slabije u ulovu kotara Pula (17%), a još slabije u ulovu kotara Zadar sa Šibenikom (12%), (sl. 15). Prema tome, i relativna zastupljenost brgljuna i srdele duž našeg ribolovnog područja ukazuje na sjevernije rasprostranjenje brgljuna u poslijeratnom razdoblju u upoređenju s rasprostranjenjem srdele.

Skuša i plavica

Najveći dio ulova skuše u periodu 1931—1940. bio je ostvaren na području kapetanije Sušak (56%), (sl. 12). Za njim su znatno zaostajali dijelovi ulova ostvareni na području kapetanije Split (25%) i Šibenik (16%). Kapetanija Dubrovnik, a pogotovo kapetanija Kotor imale su beznačajni udio u ukupnom ulovu skuše.

S proširenjem našeg ribolovnog područja prema sjeveru nakon II svjetskog rata procentualna raspodjela ulova skuše postala je u periodu 1947—1964. približno simetrična. Dominantan položaj zadržalo je i dalje područje Rijeka (36%), (sl. 13). Udio Slovenskog primorja i kotareva Pula, Zadar sa Šibenikom i Split s Makarskom bio je znatno manji (13—18%), a kotara Dubrovnik i pogotovo Crne Gore beznačajan.

I pored proširenja našeg ribolovnog područja prema sjeveru prostorna raspodjela ulova plavice bila je u oba perioda slična. Dominantan udio u njenom ukupnom ulovu imala je u periodu 1931—1940. kapetanija Šibenik (45%), a u periodu 1947—1964. kotar Šibenik sa Zadrom (37%), (sl. 12 i 13). Nešto slabiji bio je udio kapetanije Split (34%), odnosno kotara Split s Makarskom (26%). Znatno slabiji i podjednaki bili su udjeli kapetanija Sušak i Dubrovnik (10 i 12%), odnosno kotareva Rijeka i Dubrovnik (15 i 14%).

Sudeći prema raspodjeli ulova u našem ribolovnom području, plavica je u upoređenju sa skušom u oba perioda pokazala izrazito južnije rasprostranjenije. Ekspanzija lova prema otvorenom moru nije imala bitan utjecaj na raspodjelu ulova skuše i plavice u našem ribolovnom području. U periodu 1956—1964. plavica je pokazala nešto južnije rasprostranjenje, a skuša nešto sjevernije u odnosu na rasprostranjenje u periodu 1947—1955. (sl. 13).

Na razliku u rasprostranjenju između skuše i plavice ukazuje i relativna zastupljenost promatranih vrsta duž našeg ribolovnog područja. Dok je udio ulova skuše u ukupnom ulovu srdele, brgljuna, skuše i plavice u periodu 1931—1940. bio izuzetno velik na području kapetanije Sušak (67%), dotle je on u ostalim kapetanijama bio vrlo malen (do 7%), (sl. 14).

Iako općenito malen, udio ulova plavice u ukupnom ulovu srdele, brgljuna, skuše i plavice u periodu 1931—1940. bio je najveći na području kapetanije Šibenik (13%), (sl. 14). U ostalim kapetanijama on je bio manji (do 8%).

Najznatniji udio ulova skuše u ukupnom godišnjem ulovu promatranih vrsta u periodu 1947—1964. imao je kotar Rijeka (24%), (sl. 15); udio ostalih područja bio je mnogo manji (4—14%).

Plavica je u periodu 1947—1964. bila najbolje zastupljena u ukupnom godišnjem ulovu promatranih vrsta kotara Zadar sa Šibenikom (4%), (sl. 15); u ulovu ostalih područja ona je, naprotiv, bila znatno slabije zastupljena, osobito u najsjevernijem Jadranu.

DISKUSIJA

Raspodjela ulova srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice u cjelini pokazuje da je područje Split, s proširenjem našeg cjelokupnog ribolovnog područja prema sjeveru, izgubilo u periodu 1947—1964. svoj raniji izrazito dominantni položaj u ulovu tih vrsta (sl. 16). Naprotiv, raspodjela ulova srdele s jedne strane i ostalih vrsta s druge strane u onom dijelu našeg sadašnjeg ribolovnog područja, koji je bio uglavnom obuhvaćen i prijeratnom ribarstvenom statistikom, pokazuje neku sličnost s njihovom raspodjelom u prijeratnim godinama (sl. 16). Ona se ogleda u dominantnom udjelu područja Split i malom udjelu perifernih dijelova promatranog područja (Rijeka i Crna Gora) u ukupnom ulovu srdele.

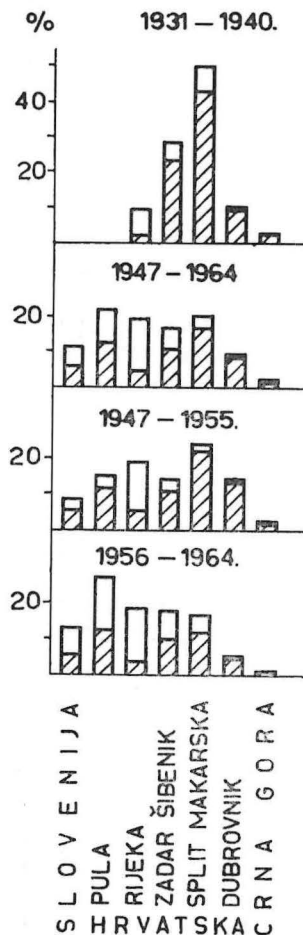
Značajno je da se sjeverniji dio našeg sadašnjeg ribolovnog područja (Slovensko primorje, Pula i Rijeka), na koji je u periodu 1947—1964. otpadalo 52% ukupnog ulova svih promatranih vrsta, odlikovao manjim udjelom srdele (22,1%) u odnosu na udio ostalih vrsta (29,9%)*). Naprotiv, južniji dio našeg ribolovnog područja (Zadar sa Šibenikom, Split s Makarskom, Dubrovnik i Crna Gora) pokazao je za naše ribarstvo daleko povoljniji odnos, tj. veći udio dragocjenije srdele (37,2%) u upoređenju s udjelom ostalih vrsta (10,8%). Taj je odnos bio još nepovoljniji u drugoj polovini tog perioda nego u prvoj (sl. 16).

Razlika između sjevernijeg i južnijeg dijela našeg ribolovnog područja očituje se i u relativnoj zastupljenosti srdele i ostalih vrsta u užim područjima (sl. 17).

*) Među ostalim vrstama plavica je bila vrlo slabo zastupljena.

U cjelokupnom ulovu promatranih vrsta sjevernijeg dijela našeg ribolovnog područja (Slovensko primorje, Pula i Rijeka) srdela je u periodu 1947—1964. bila zastupljena s 37,2%, a u južnijem sa 62,8%.

Podaci o prostornoj raspodjeli ulova i relativnoj zastupljenosti pojedinih vrsta u užim područjima u periodu 1947—1964. pokazuju i razliku između papaline i plavice. Papalina se, naime, nije pojavljivala u južnom dijelu našeg

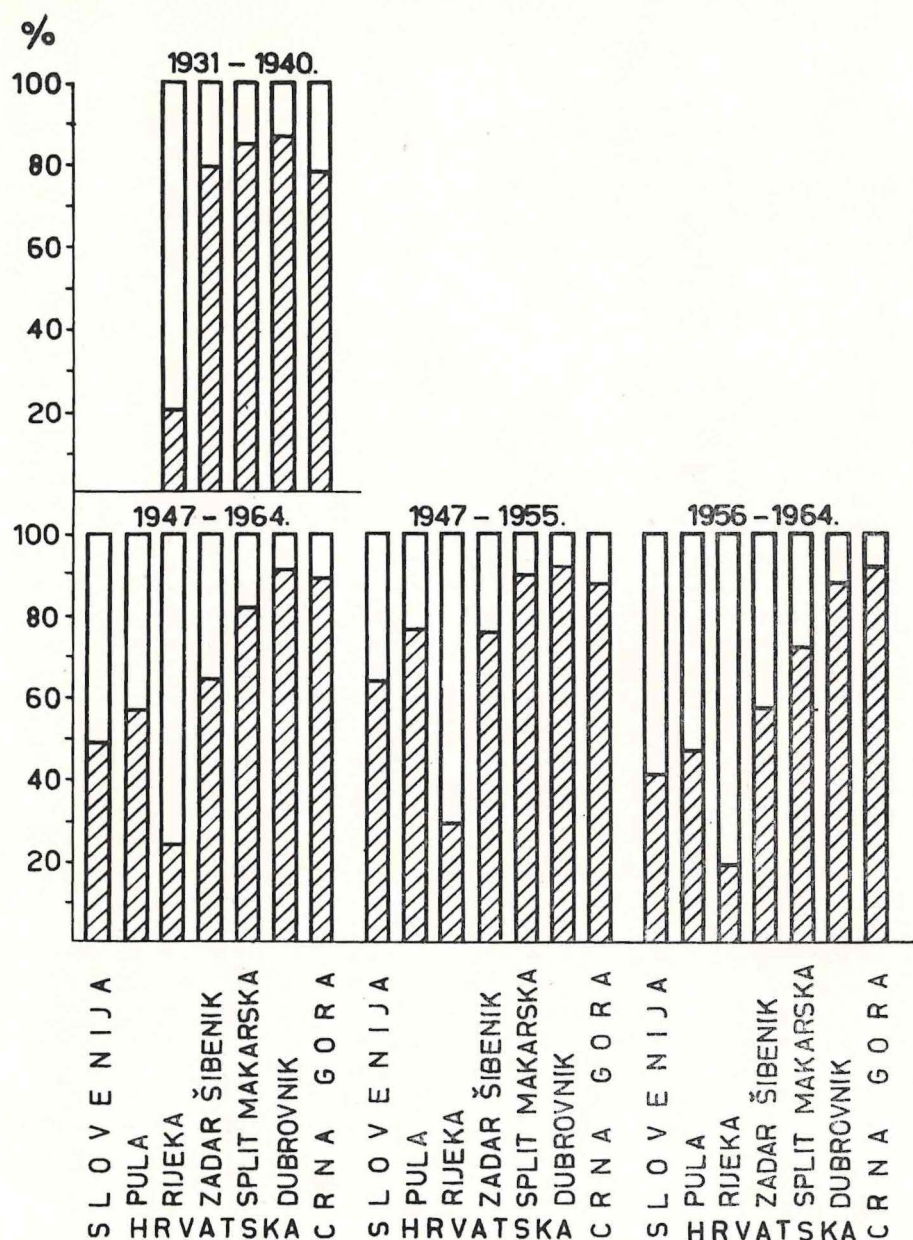


Sl. 16. Procentualna raspodjela godišnjeg ulova srdele (ispunjeni histogram) i ostalih vrsta u jugoslavenskom ribolovnom području u periodima 1931—1940, 1947—1964, 1947—1955. i 1956—1964.

Fig. 16. Percentage distribution of the annual catch of the sardine (shaded histogram) and the other species fisheries in the Yugoslav fishing area in the 1931—40, 1947—64, 1947—55 and 1956—64 periods.

ribolovnog područja ili je bila vrlo slabo zastupljena. Naprotiv, plavica je bila vrlo slabo zastupljena u najsjevernijem dijelu tog područja, kao i u vodama Crne Gore.

Analiza kvalitativno-kvantitativnih odnosa u prostornoj raspodjeli ulova promatranih vrsta u poslijeratnom periodu otkriva i heterogenost ulova u sjevernijem dijelu našeg ribolovnog područja nasuprot njegovoj znatnoj homogenosti u južnijem dijelu tog područja. Tri najsjevernija uža područja (Sloven-



Sl. 17. Procentualni udio godišnjeg ulova srdele (ispunjeni histogram) i ostalih vrsta u ukupnom godišnjem ulovu srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice pojedinih područja u periodima 1931—1940, 1947—1964, 1947—1955. i 1956—1964. (papalina samo u poslijeratnom periodu).

Fig. 17. Percentage share of the annual catch of the sardine (shaded histogram) and the other species fisheries in the total annual catch of the sardine, sprat, anchovy, mackerel and Spanish mackerel fisheries of individual areas in 1931—40, 1947—64, 1947—55 and 1956—64 periods (the sprat only in the post-war period).

sko primorje, Pula i Rijeka) zabilježila su zastupljenost dominantne srdele od 48,4 i 56,5%, odnosno papaline od 44,4% u ukupnom ulovu promatranih vrsta tih područja, dok su ostalo sačinjavale tri vrste. U ulovu promatranih vrsta kotara Split srdela je bila zastupljena s 81,4%, a u najjužnijim vodama (Dubrovnik i Kotor) dapače s oko 90%.

ZAKLJUČCI

Naš godišnji ulov srdele, papaline, brgljuna, skuše i plavice većinom je više kolebao u periodu 1947—1964, nego u periodu 1931—1940, što jednim dijelom treba pripisati ekspanziji lova prema otvorenom moru u sjevernom, a dijelom i u srednjem Jadranu (sl. 2 i 3 *).

U periodu 1947—1964. samo je kretanje ulova skuše pokazalo neku pravilnost. Maksimum njena ulova nastupao je najvećim dijelom svake druge, treće ili četvrte godine (sl. 3).

Kretanje godišnjeg ulova srdele u poslijeratnom periodu bilo je obilježeno tendencijom znatnog opadanja ($b = -0,17$ hiljada tona) i velikom varijabilnošću ($s = 41,1\%$), (tab. 1, sl. 4). Naprotiv, u kretanju ulova papaline i brgljuna ispoljila se tendencija znatnog porasta (za papalinu $b = 0,20$, za brgljuna $b = 0,19$ hiljada tona) uz veliku varijabilnost (za papalinu $s = 35,5$, za brgljuna $s = 45,8\%$), (tab. 1, sl. 4 i 6). Značajno je da je kretanje našeg ulova brgljuna bilo slično kretanju količine brgljuna na ribarnici u Chioggi (sl. 7).

Ulov skuše pokazuje tendenciju blagog porasta ($b = 0,09$ hiljada tona) uz nešto manju varijabilnost ($s = 30,6\%$), a ulov plavice stagnaciju i krajnju varijabilnost (tab. 1, sl. 8).

U periodu 1947—1964. manifestiralo se neko koincidiranje u kolebanju godišnjeg ulova brgljuna i plavice, kao i alterniranje u kolebanju ulova srdele i brgljuna, brgljuna i skuše, te skuše i plavice (sl. 3). Tendencije istog smisla bile su zabilježene u kolebanju ulova tih vrsta u periodu 1931—1940. u srednjem dijelu istočnog Jadrana (M u ž i n i ć, 1958). Te su tendencije, prema tome, zaostale i pored ekspanzije lova prema otvorenom moru i drugih utjecaja.

U periodu 1947—1964. mogla se k tome zapaziti tendencija koincidiranja u kolebanju našeg ulova papaline i brgljuna, kao i tendencija alterniranja u kolebanju ulova srdele i papaline (sl. 3). Izrazitije alterniranje zabilježilo se u kolebanju ulova srdele i papaline u sjevernijem dijelu našeg ribolovnog područja (Slovensko primorje, Pula i Rijeka), (sl. 5).

Zapažena je neka zavisnost kretanja ulova papaline od temperature površine mora, što bi bar donekle ukazivalo na kolebanje njene dostupnosti lovu (sl. 5).

Godišnji ulov svih promatranih vrsta kolebao je u oba perioda manje nego godišnji ulov pojedinih vrsta (sl. 2, 3, 9 i 10), što je bilo posljedica prevladavanja tendencija alterniranja u kolebanju godišnjeg ulova srdele i nekih drugih vrsta (sl. 9 i 10).

Nasuprot tendenciji znatnog opadanja u kretanju godišnjeg ulova srdele u periodu 1947—1964. ($b = -0,17$ hiljada tona) tendencija snažnog porasta

*) Ulov papaline bio je registriran samo u periodu 1947—1964.

($b = 0,47$ hiljada tona) ispoljila se u kretanju cjelokupnog godišnjeg ulova papaline, brgljuna, skuše i plavice uz varijabilnost manju od one pojedinih vrsta ($s = 26,9\%$), (tab. 1, sl. 11 *). Taj porast bio je vjerovatno određen dobrim dijelom ekspanzijom lova prema otvorenom moru.

Sudeći prema raspodjeli godišnjeg ulova promatranih vrsta u našem ribolovnom području i relativnoj zastupljenosti pojedinih vrsta u njihovom ukupnom godišnjem ulovu užih područja, papalina je pokazala sjevernije i ograničenije rasprostranjenje od srdele (sl. 13 i 15). U području Rijeka papalina je u znatnoj mjeri zamijenila srdelu, pa su te dvije ribe pokazale više manje vikaran karakter. Ona se inače nije pojavljivala u južnom dijelu našeg ribolovnog područja ili se pak pojavljivala vrlo slabo.

Brgljun je u poslijeratnom periodu pokazao sjevernije rasprostranjenje od srdele, što nije bio slučaj u periodu 1931—1940. (sl. 12, 13, 14 i 15).

Skuša je pokazala sjevernije rasprostranjenje od plavice u oba perioda (sl. 12, 13, 14 i 15). Plavica je bila vrlo slabo zastupljena u sjevernijem dijelu našeg ribolovnog područja i u najjužnijem.

U upoređenju s ostalim vrstama izuzevši plavicu srdela je bila slabije zastupljena u sjevernijem dijelu našeg ribolovnog područja (Slovensko primorje, Pula i Rijeka), a u južnijem dijelu vrijedilo je obrnuto (sl. 16 i 17).

Ulov u sjevernijem dijelu našeg ribolovnog područja bio je heterogeniji nego u južnijem (sl. 15).

CITIRANA LITERATURA

- D' Ancona, U. 1960. Fluctuations et apparition saisonnière des clupéidés sur les marchés de la Haute Adriatique. Proc. world Sci. Meeting on the Biology of Sardines and Related Species. Roma 1959. (Experience Paper, 4) 3: 959—971. Rome.
- Beverton, R. J. H. 1963. Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. Rapp. Cons. Explor. Mer, 154: 44—67. Copenhagen.
- Božić, E, Hrs — Brenko, M, Marinković — Roje, M. 1964. Oceanografska opažanja na području Rovinja i Limskog kanala u 1963. i 1964. godini. Hidrografski godišnjak 1964, 55—75. Split.
- Božić, E, Hrs — Brenko, M, Marinković — Roje, M, Nikolić, M. 1963. Hidrografska opažanja na području Rovinja i Limskog kanala u 1961. i 1962. godini. Hidrografski godišnjak 1962, 81—101. Split.
- Direkcija pomorskog saobraćaja Ministarstva saobraćaja. Statistika morskog ribarstva. Godina 1931—1939. Split.
- Furnest, J. 1952. Biologie des clupéidés méditerranéens. Journées d'Etudes du Laboratoire Arago. Vie et Milieu, Suppl. No. 2: 96—117. Paris.
- Gamulin, T. 1964. Značenje sjevernog plitkog Jadrana za bolje poznavanje pelagičnih riba. Acta Adriatica, 11 (11): 91—96. Split.
- Margalef, R. 1960. Fluctuations in abundance and availability caused by biotic factors. Proc. world Sci. Meeting on the Biology of Sardines and Related Species. Rome. (Methodological Paper, 1) 3: 1265—1285. Rome.
- Marinković, M. 1956. Terminska hidrografska opažanja kod Rovinja u godini 1954—55. Thalassia Jugoslavica, 1 (1—5): 185—192. Zagreb.
- Marinković, M. 1959a. Terminska hidrografska opažanja kod Rovinja II. Thalassia Jugoslavica, 1 (6—10): 41—68. Zagreb.
- Marinković — Roje, M. 1959b. Oceanografska istraživanja u području Rovinja i

* Plavica nije imala nikakav utjecaj.

- u Lirskom kanalu. Hidrografski godišnjak 1958. Split.
- Mozzi, C. 1964. Quantités de clupéidés (*Sardina pilchardus* Walb., *Clupea sprattus* L. et *Engraulis encrasicolus* L.) débarquées sur le marché de Chioggia de 1945 à 1961. Proc. gen. Fish. Coun. Medit., 7 : 261—267. Rome.
- Mužinić, R. 1950. Tagging of sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) in the Adriatic in 1949. Acta Adriatica, 4 (7) : 257—286. Split.
- Mužinić, R. 1952. Tagging of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the Adriatic in 1950 and 1951. Acta Adriatica, 4 (11) : 371—392. Split.
- Mužinić, R. 1954. Contribution à l'étude de l'oecologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique orientale. Acta Adriatica, 5 (10) : 239—457. Split.
- Mužinić, R. 1958. Sur la coïncidence et l'alternance dans la pêche de quelques poissons pélagiques, Rapp. Proc. — Verb. Comm. Internat. Explor. Méditerranée, 14 : 313—315. Paris.
- Mužinić, R. 1964. Kolebanje veličine srdele i njezina ulova u srednjem dijelu istočnog Jadrana. Acta Adriatica, 11 (29) : 215—218. Split.
- Odsjek za ribarstvo Glavnog ravnateljstva za poljodjelstvo Ministarstva seljačkog gospodarstva i prehrane. 1943. Brojita hrvatskog morskog ribarstva. Godina 1940. Zagreb.

Received for publication on 17 July 1967

ON FLUCTUATIONS AND SPATIAL DISTRIBUTION OF CATCHES IN THE
YUGOSLAV SARDINE, SPRAT, ANCHOVY, MACKEREL AND SPANISH
MACKEREL FISHERIES

Radosna Mužinić

Institute of Oceanography and Fisheries, Split

Summary

Important changes occurred in the Yugoslav pelagic fisheries after the second world war. Amongst these are a higher degree of motorisation of the fishing fleet, more extensive use of purse seines and the use of echo-sounders for fish detection. In spite of these changes and some other influences (among them the economic ones) some regularities appeared in the fluctuations of the annual catches of the sardine, sprat, anchovy, mackerel and Spanish mackerel fisheries and its spatial distribution as shown by an analysis of the official fisheries statistics for the periods 1931—40 and 1947—64.

The Yugoslav fishing area in the period 1931—40 was smaller than in the period 1947—64 (it did not include the Slovenian Littoral, Istria and some islands).

No data on the fishing effort are available. Only data on the catches by weight were collected. The catch was not recorded according to the individual area, but according to the port of registry of the fishing boats, what introduced some error in the data on the spatial distribution of the postwar catch due to a greater mobility of the fishing fleet.

The individual fishing areas were not the same in the two periods (Fig. 1). However, in two cases two individual areas were taken together when considering the spatial distribution of the catch in order to compensate for this difference.

The annual catches of the Yugoslav sardine, sprat, anchovy, mackerel and Spanish mackerel fisheries exhibited wider fluctuations in the period 1947—64 than in the 1931—40 one. This was partly due to the extension of the Yugoslav fishing area to more offshore grounds in the northern and central Adriatic in recent years (Figs. 2 and 3 *).

It was only the annual catches of the mackerel fishery in the period 1947—64 which mostly showed some regularity in the fluctuations, a peak occurring every second, third or fourth year (Fig. 3).

*) The catch of the sprat fishery was recorded only in the period 1947—64.

The trend in the annual catch of the sardine fishery was characterized by a marked decrease ($b = -0.17$ thousand tons) and a high variability ($s = 41.1\%$), (Table 1, Fig. 4). On the contrary, the catches of the sprat and anchovy fisheries showed a marked increase (for sprat $b = 0.20$, for anchovy $b = 0.19$ thousand tons) and a high variability (for sprat $s = 35.5$, for anchovy $s = 45.8\%$), (Table 1, Figs. 4 and 6). It is significant that the fluctuations in annual catch of the Yugoslav anchovy fishery were similar to those of the quantity of the anchovy recorded in the Chioggia fishmarket (Fig. 7).

The catch of the mackerel fishery showed a slight upward trend ($b = 0.09$ thousand tons) and a somewhat lower variability ($s = 30.6\%$), while the catch of the Spanish mackerel fishery remained at about the same average level with a large variability (Table 1, Fig. 8).

Some coincidence in the annual catch fluctuations of the anchovy and Spanish mackerel fisheries was recorded in the period 1947—64 (Fig. 3). On the contrary, the annual catches of the sardine and anchovy, the anchovy and mackerel, and the mackerel and Spanish mackerel fisheries showed some alternation in their fluctuations. The same coincidence and alternation tendencies were recorded in the annual catch fluctuations of these fisheries during 1931—40 in the East Mid-Adriatic (Mužinić, 1958). These tendencies continued, thereafter, in spite of the extension of the fishing area offshore and other influences.

Moreover, in the period 1947—64 a tendency for the catch fluctuations of the sprat and anchovy fisheries to coincide was recorded, as well as a tendency of alternation in the catch fluctuations of the sardine and sprat fisheries (Fig. 3). A more marked alternation was found in the catch fluctuations of the sardine and sprat fisheries in the more northern part of the Yugoslav fishing area (Slovenian Littoral, Pula and Rijeka), (Fig. 5).

Some dependence of the catch fluctuations of the sprat fishery on the mean annual temperature of the sea surface in the more northern Adriatic was recorded, which might point, at least to some extent, to fluctuations in the availability of the fish (Fig. 5).

The annual catches of all the species combined showed smaller fluctuations than the annual catch of each species alone (Figs. 2, 3, 9 and 10). This was the consequence of the tendency of the catch fluctuations of the sardine fishery to alternate with those of some of the other species (Figs. 9 and 10). Thus, while there was a tendency for the annual catches of the sardine fishery to decrease ($b = -0.17$ thousand tons), these of the sprat, anchovy, mackerel and Spanish mackerel fisheries combined increased ($b = 0.47$ thousand tons) and showed a variability lower than that of any species alone ($s = 26.9\%$), (Table 1, Fig. 11)*). This increase was probably due for the most part to the extension of the Yugoslav fishing area more offshore.

The range of the sprat was found to be more northerly and more restricted than that of the sardine, as shown by the distribution of their annual catches and their relative shares in the annual catches of the individual small areas

*) The catch of the Spanish mackerel fishery had no influence.

within the Yugoslav fishing area (Figs. 13 and 15). In the Rijeka area the sprat replaced the sardine, to a great extent. These species showed more or less a vicarious character. The sprat was very scarce in the southern part of the Yugoslav fishing area.

The range of the anchovy appeared to be more northerly than that of the sardine, but only in the period 1947—64 (Figs. 12, 13, 14 and 15).

The mackerel showed in both periods a more northerly range than the Spanish mackerel (Figs. 12, 13, 14 and 15). The Spanish mackerel was very scarce in more northerly part of the Yugoslav fishing area as well as in the most southerly one.

The sardine was not well-represented in more northerly part of the Yugoslav fishing area (Slovenian Littoral, Pula and Rijeka) in comparison with other species, excluding the Spanish mackerel (Figs. 16 and 17). The opposite was the case in more southerly part.

In more northerly part of the Yugoslav fishing area the catch was more heterogeneous than in more southerly one (Fig. 15).

