

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

GEORGS KORŅILOVS

BALTIJAS REŅĒGES NĀRSTA VIETU UN EMBRIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS RAKSTUROJUMS RĪGAS JŪRAS LĪCĪ

Disertācija doktora grāda bioloģijā iegūšanai
(bioloģijas apakšnozare - zooloģija)

Rīga, 1994.gads

Satura rādītājs

Ievads	2
Materiāls un metodika	6
Baltijas reņģes vairošanās un embrionālās attīstības bioloģiskās īpatnības	16
Rezultāti un diskusija	25
Rīgas jūras līča Latvijas piekrastes nārsta vietu izvietojums un raksturojums	25
Baltijas reņģes nārsta gaitas un apstākļu raksturojums	35
Baltijas reņģes ikru apaugļošanās	69
Ikru attīstības apstākļi un to izdzīvošana	76
Mākslīgi apaugļoto ikru inkubēšana	96
Rīgas jūras līča reņģes krājumu un pieļaujamo nozveju prognoze	107
Secinājumi	114
Pateicības	116
Literatūras saraksts	117
Publikācijas	125

Ievads

Baltijas silķe jeb reņģe (*Clupea harengus membras* L.) ir gan Baltijas jūras, gan Rīgas jūras līča visvairāk zvejotā zivs. Tās nozvejas ievērojami pieauga piecdesmitajos gados un joprojām atrodas augstā līmenī. Salīdzinājumā ar daudzu Atlantijas un Klusā okeāna silķu populāciju katastrofālu skaitliskā daudzuma un krasu nozveju samazināšanos vai pilnīgu zvejas pārtraukšanu, Baltijas jūrā reņģes krājumu stāvoklis ir labs un pēdējos gados pat ievērojami pieaudzis. To sekmēja reņģu krājumu novērtēšana, kurā piedalījās Baltijas valstu ihtiologi, t. skaitā Latvijas Zivsaimniecības Pētniecības Institūta līdzstrādnieki. Šie pētījumi bija par pamatu krājumu regulēšanai. Sākot ar piecdesmitajiem gadiem, Baltijas jūrā un Rīgas jūras līcī tika veikti pasākumi, lai nodrošinātu reņģes un citu zivju krājumu racionālu izmantošanu; t. skaitā - tika ierobežots stāvvalu skaits, kurus izvietoja nārsta vietās, palielināja tīklu acs izmērus traļos, noteica minimālos rūpnieciskos reņģes izmērus dažādiem Baltijas jūras rajoniem. Jau daudzus gadus tiek limitēts kopējais nozveju apjoms un tiek veikti pasākumi zvejas sezonālai regulēšanai (Шевцов и др., 1983; Оявөөр, 1988).

Lai racionāli ekspluatētu Baltijas reņģes krājumus, ir nepieciešams vispusīgi izpētīt tās bioloģiju, tai skaitā embrionālās attīstības apstākļus un sekmīgumu. Jo sevišķi svarīgi tas ir mūsdienās, kad visur ir novērojama nozīmīga antropogēnā iedarbība. Tā rezultātā ekosistēmās notiek būtiskas izmaiņas, starp vides komponentiem tiek izjaukti sakari, kas nodrošināja to relatīvo līdzsvaru gadu tūkstošiem. Vides izmaiņas pirmām kārtām un visnoplētnāk ietekmē organisma attīstības sākuma stadijas, tāpēc embrionālās vai kāpuru attīstības gaitas pētīšana ļauj ātrāk konstatēt šīs izmaiņas (Душкина, 1988): "Agrīno stadiju pētīšana dod iespēju uztvert zivju populāciju nelabvēlīgo dzīves apstākļu trauksmes signālus, savlaicīgi novērst ekoloģisku katastrofu, jo sevišķi piesārņojuma ietekmi" (3.lpp.).

Rīgas jūras līcis ir svarīgs Baltijas reņģes zvejas rajons. Te atrodas arī nozīmīgas nārsta vietas, kuras izmanto gan vietējā līča reņģe, gan arī reņģe, kura ierodas uz nārstu no Baltijas jūras atklātās daļas. Salīdzinoši lielā upju notecē Rīgas jūras līcī nodrošina liela biogēnu daudzuma iepilnī, kas rada labvēlīgus apstākļus fitoplanktona un vēlāk zooplanktona attīstībai, kas kalpo par barību reņģes kāpuriem un mazulim. Rīgas jūras līcī reņģei nav citu daudzskaitlīgu barības konkurentu, kā, piemēram, brētliņa, kas te

nevairojas. Tāpēc ir saprotams, kāpēc uz nārsiu Rīgas jūras līcī ierodas liels skaits reņģes no Baltijas jūras atklātās daļas. Tādejādi atražošanas apstākļi Rīgas jūras līcī ietekmē ne tikai vietējās populācijas krājumus, bet arī reņģes krājumus Baltijas jūrā.

Piecdesmitajos gados Rīgas jūras līcī iesākās nārsta vietu apsekošana (Раннак, 1954, 1958; Лисивненко, 1957). Šie pētījumi parādīja, ka embrionālās attīstības gaitā reņģe gandrīz neiet bojā un šī attīstības fāze būtiski neietekmē jaunās paaudzes apjomu, bet reņģes skaita svārstības visbūtiskāk ietekmē reņģes kāpuru izdzīvošanas pakāpe (Лисивненко, 1960, 1963). Mūsu priekšstati par nārsta vietu stāvokli un ikru attīstības sekmīgumu ilgu laiku pamatojās uz šo pētījumu rezultātiem. Tikai astoņdesmito gadu sākumā parādījās publikācijas, kuras norādīja, ka nārsta vietās notikušas izmaiņas un ir palielinājusies ikru mirstība (Ojaveer, 1981; Aneer, Nellbring, 1982). Sāka parādīties darbi, no kuriem daudzi iepriekš netika publicēti, par to, ka ir būtiski izmainījusies Rīgas jūras līča hidroloģiskais un hidroķīmiskais režīms. Rīgas jūras līča piedibens slānī skābekļa saturs daudzgadīgā skatījumā samazinās, sevišķi vasarā (Берзиньш и др., 1988). Ir palielinājušās biogēnu koncentrācijas, izmainījusies to gada dinamika, tāpēc pavasarī augstas biogēnu koncentrācijas saglabājas ilgāk, samazinājies ūdens caurspīdīgums (Юрковскис, Писмане, 1980). Antropogēnā iedarbība uz Rīgas jūras līci, kā arī visu Baltijas jūru, joprojām atrodas augstā līmenī. Tas notiek galvenokārt notekūdeņuveidā, kuri tiek ievadīti neatīrīti vai nepietiekami attīrīti, kā arī jūrā ar upju ūdeņiem nokļūst lauksaimniecībā izmantojamās ķīmikālijas. Tā tikai no Rīgas rūpniecības centra astoņdesmitajos gados Daugavas un Lielupes upju ieteku rajonos vai tieši Rīgas jūras līcī ik gadu tika ievadīti līdz 280 milj. m³ notekūdeņu, no kuriem 110 milj. m³ bija neatīrīti, bet 40 milj. m³ daļēji attīrīti. Tādejādi līdz ar Rīgas pilsētas notekūdeņiem Rīgas jūras līcī nokļuva ap 26 tūkst. t organisko vielu, 400 t naftas produktu, 350 t sintētisko virsmas aktīvo vielu, 80 t smago metālu sāļu. Arī deviņdesmito gadu sākumā Rīgas jūras līcī joprojām saglabājās augsts piesārņojuma līmenis, turpretim Baltijas jūras atklātajā daļā tika novērotas eutrofikācijas samazināšanās tendences (Andrushaitis et al, 1992).

Reņģes nozvejas Rīgas jūras līcī sāka samazināties sākot ar septiņdesmitajiem gadiem un astoņdesmito gadu sākumā bija apmēram divas

reizes mazākas kā sešdesmitajos gados (1.tabula). Sakarā ar nozveju regulēšanu, šis samazinājums atspoguļo reņģes krājumu krišanos.

1.tabula

Reņģes vidējā gada nozveja (t) Rīgas jūras līcī gadu periodos.

Gadu periodi	1956 1960	1961 1965	1966 1970	1971 1975	1976 1980	1981 1985	1986 1990
Nozveja	43416	35469	41173	33331	24827	20052	19855

Augšminētās izmaiņas lika secināt, ka cilvēka iedarbība uz Rīgas jūras līci pašlaik ievērojami pārsniedz ūdenstilpnes spējas pašattīrīties. Tas izraisa dažādu nevēlamu izmaiņu norisi biocenozē, tai skaitā negatīvi ietekmē dzīvo organismu atražošanas procesus. Daudzi pētījumi liecina, ka nārsta vietu piesārņošana nelabvēlīgi ietekmē silķes vairošanos (Hourston, Haegale, 1980), ir par iemeslu paaugstinātai ikru mirstībai (Aneer, Nellbring, 1982), vai arī silķe nenārsto piesārņotajās nārsta vietās (Душкина, 1988). Reņģes krājumu samazināšanās, nepieciešamība noskaidrot, kāds ir pašreizējais nārsta vietu stāvoklis un kā tas ietekmē reņģes embrionālo attīstību Rīgas jūras līča pieaugošās eutrofikācijas apstākļos, bija galvenie iemesli reņģes nārsta vietu izpētes uzsākšanai 1983.gadā. Bija nepieciešams noskaidrot nārsta vietu konkrētās atrašanās vietas, lai varētu dot pamatotus priekšlikumus dažādu saimniecības darbu veikšanai piekrastes zonā. Sakarā ar piekrastes zvejniecības attīstību pēdējos gados, nārsta vietu izvietojuma pārzināšana kalpo par vienu no kritērijiem zvejas rīku izvietojuma un daudzuma regulēšanā.

Dotā darba galvenie mērķi bija sekojoši:

- 1) noskaidrot reņģes nārsta vietu izvietojumu un dot to raksturojumu Rīgas jūras līča Latvijas piekrastē;
- 2) parādīt kādas izmaiņas notikušas salīdzinājumā ar iepriekšējiem gadiem un kā tās ietekmē reņģes vairošanos;
- 3) noskaidrot reņģes nārsta gaitu Rīgas jūras līcī un tā atkarību no hidrometeoroloģiskajiem apstākļiem;
- 4) noskaidrot, kā notisinās reņģes embrionālā attīstība nārsta vietās un galvenos apstākļus, kas nosaka tās sekmīgumu;

5) noskaidrot, kā nārsta gaita un embrionālās attīstības rezultāti ietekmē reņģes paaudžu ražību un krājumus;

6) pamatojoties uz pētījumu rezultātiem, izstrādāt priekšlikumus nārsta vietu aizsargāšanai un zvejas regulēšanai nārsta periodā.

Materiāls un metodika

Šajā darbā izmantotais materiāls ievākts reņģes nārsta vietās Rīgas jūras līča Latvijas piekrastē 1983.-1988.gados. Pētījumi tika veikti no zvejas kuģiem, izmantojot ūdenslīdzētājus un akvalangistus. 1983.-1984.gados tika pētīta visa Latvijas piekraste no Kolkas rietumdaļā līdz Ainažiem līča austrumdaļā, apsekojot griezumus, kas bija perpendikulāri pret krastu un kas atradās 1km attālumā viens no otra. Katrā griezumā 3, 5, 7 un 9m dziļumā ūdenslīdzētāji apsekoja apmēram 900m² lielu laukumu. Katrā vietā tika noteikts grunts raksturs, ūdensaugu klātbūtne, daudzums un sugu sastāvs, tika ievākti aļģu paraugi. Sākot ar 1984. gadu 9m dziļumā izpēti vairs neizdarījām, jo šajā dziļumā neatradām ne ūdensaugus, ne ikrus. Gadījumos, kad tika atrasti reņģes ikri, tika noteikta ar ikriem noklātā platība, no 0.25m² lieliem parauglaukumiem dažādos dziļumos tika savākti ūdensaugi ar ikriem, kuri uz kuģa tika iefiksēti 4% formalīna šķīdumā. Rajoni, kuros bija sastopamas aļģes un kuros tādēļ bija iespējams reņģes nārsts, tika apsekoti vairākkārt gan 1983.-1984.gados, gan arī turpmākajos gados.

1985.-1988.gados pētījumi, galvenokārt, tika veikti Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē, kur atrodas divas nārsta vietas. Viena atrodas rajonā starp Saulkrastiem un Zvejniekciem, otra uz ziemeļiem no Zvejniekciema līdz Duntei. Pamatojoties uz 1983.-1984.gadu izpēti rezultātiem, Saulkrastu un Duntē nārsta vietās tika izvēlēti attiecīgi 5 un 9 griezumi, kuri tika regulāri apsekoti visu nārsta sezonu, jo reņģes nārsts ir izstiepts gan laikā, gan telpā, kad nārstā piedalās atsevišķi reņģes bari. Ar "reņģes baru" šajā darbā tiek apzīmēts atsevišķs zivju apkopojums nārsta periodā, bet ar terminu "krājums" tiek apzīmēta noteiktas reņģes populācijas kopējā vai nārsta biomasa. Strādājot dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās, kuģis apstājās 6.5m dziļumā, un ūdenslīdzētājs veica visu griezumus no kuģa līdz krastam, sekojot laivai ar trosi. Atrodot reņģes ikrus, tika noteikta platība un dziļumi, kuros atradās iznērsto ikri. Atsevišķa nārsta platības noteikšanai tika izmantota kuģa navigācijas aparatūra, dienvidaustrumu piekrastes jūras karte un krasta orientieri. Par "atsevišķu nārstu" tika uzskatīts nārsta vietas rajons ar iznērsto ikriem, kurš atšķīrās no citiem pēc nārsta laika vai atrašanās vietas. Ikrus atrašanās vietās ūdenslīdzētājs novērtēja ūdensaugu izvietojuma blīvumu un iznērsto ikru daudzumu un ņēma paraugus no 0.25m² rāmīša ik pēc katra dziļuma metra, izvēloties

vietas, kas būtu visraksturīgākās dotajam nārsta vietas rajonam. Gadījumos, kad ikri atradās uz pavedienveida aļģēm, kuras ūdenslīdējam ir grūti zem ūdens atdalīt no substrāta un rūpīgi salasīt, uz kuģa tika uznešts akmens, no kura uz klāja tika atdalīti ūdensaugi un tika nomērīta akmeņa virsma. Ikru attīstības tālākajā gaitā pēc iespējas tika turpināta paraugu ievākšana, bet, galvenokārt, vienmēr pirms kāpuru izšķīšanās, jo pēc šīs stadijas tika novērtēts embrionālās attīstības sekmīgums. Lai paredzētu kāpuru izšķīšanās laiku, ievāktajos ikru paraugos tika noteikta embrionālās attīstības stadija un, ņemot vērā ūdens temperatūru, aprēķināts laiks, kad obligāti jāievāc ikru paraugi.

Ievāktos ikru paraugus apstrādāja laboratorijā. Tā kā vienā paraugā esošo ikru skaits parasti bija vidēji ap simts tūksošu gabalu un vairāk, un katra parauga pilnīga apstrāde prasītu pārāk daudz laika, tika apstrādāta parauga daļa pēc sekojošas metodes. Kopīgais paraugs tika nosvērts, un no tā tika ņemti atsevišķi aļģu krūmiņi vai to daļas tā, lai šiem augiem saglabātos gan augšējā, gan arī apakšējā daļas. Ūdensaugi tika nosvērti ar ikriem un pēc ikru atdalīšanas. Tika saskaitīti atdalīto dzīvo un beigto ikru skaits, kā arī paraugos, kuros ikri atradās agrākajās attīstības stadijās, neapaugļoto ikru skaits. Tika aprēķināta ikru mirstība un ikru skaits attiecībā uz 1g ūdensauga. Tāpat tika ņemta nākošā parauga daļa un noteikti tie paši rādītāji. Abām parauga daļām tika aprēķinātas vidējās vērtības un to ticamības intervāli. Tika pieņemts, ka ticamības intervāls nevar būt lielāks par 5% no mirstības un ikru daudzuma rādītāju vidējām vērtībām:

$$(\bar{x} \pm \Delta x) < (\bar{x} + k\sigma)$$

kur $k=0.05$ un būtiskuma līmenis $\alpha=0.05$

$$\Delta x = \frac{t \cdot \alpha \cdot v \cdot s}{\sqrt{n}}$$

Parauga apstrāde tika pārtraukta tad, kad analizēto parauga daļu mirstības un ikru daudzuma rādītāju ticamības intervāli kļuva mazāki par 5%. Šo aprēķinu gaitas piemērs parādīts 2.tabulā.

Parauga mirstība tika aprēķināta saskaitot kopā parauga analizēto daļu visus ikrus un nosakot beigto ikru procentuālo daudzumu šajā summā. Ikru skaits paraugā tika iegūts saskaitot analizēto parauga daļu svarus un ikru skaitu tajos un pārrēķinot uz kopējo parauga svaru (3.tabulā). Pēc tam tika

2.tabula

Ikru paraugu apstrādes gaita un ticamības intervāla novērtēšana

Parauga daļas Nr.	Mirstība		Δx_1	Ikru daudzums uz 1g aļģes		Δx_2
	x_i	\bar{x}		x_i	\bar{x}	
	1	25.0		-	-	
2	26.8	25.9	11.4	215	240	311
3	23.7	25.2	3.9	224	234	65
4	20.9	24.1	4.0	242	236	34
5	25.6	24.4	2.8	255	240	25
6	22.2	24.0	2.3	212	235	22
7	26.1	24.3	2.0	212	232	22
8	25.5	24.5	1.7	232	232	22
9	20.4	24.0	1.8	249	234	15
10	24.2	24.0	1.6	239	234	13
11	22.8	23.9	1.4	262	237	13
12	24.4	24.0	1.3	229	236	12
13	23.2	23.9	1.2	220	235	11.2

aprēķināts ikru skaits uz 1m² un vidējais ikru skaits atsevišķam nārstam. Ņemot vērā iznērsto ikru platību, tika noteikts katra atsevišķā nārsta kopējais ikru daudzums un mirstība embrionālās attīstības laikā. Pēdējais rādītājs tika iegūts no paraugiem, kas tika ievākti pirms kāpuru izšķīšanās (4.,5.,6., un 7.tabulas). Kopumā 1983.-1988.gados ievākti 594 ūdensaugu ar ikriem paraugi.

Autors noteica reņģes vecumu un populāciju pēc otolītiem. No 1983.gada katru gadu tika apskatīti un novērtēti 6000-7000 reņģes otolīti.

Ikru mākslīgā inkubēšana tika veikta Petri traukos nepastāvīgā ūdens temperatūrā, kas dažādo eksperimentu laikā atradās 4-14°C robežās.

3.tabula

Ikru skaita un mirstības noteikšana paraugā (parauga daļu numuri atbilst 2.tabulas rādītājiem)

Parauga daļas Nr.	Ikru skaits paraugā			Parauga svars(g)	Aļģes svars(g)
	dzīvie	beigtie	kopā		
1	111	37	148	0.76	0.56
2	82	30	112	0.71	0.52
3	106	33	139	0.83	0.62
4	159	42	201	1.14	0.83
5	93	32	125	0.69	0.49
6	84	24	108	0.67	0.51
7	105	37	142	0.88	0.67
8	123	42	165	0.96	0.71
9	121	31	152	0.84	0.61
10	138	44	182	1.03	0.76
11	95	28	123	0.66	0.47
12	121	39	160	0.94	0.70
13	159	48	207	1.25	0.94
kopā	1497	467	1964	11.36	

Parauga svars - 412.1g

Ikru skaits paraugā - $412.1 \times 1964 / 11.36 = 71247$

Ikru daudzums uz $1\text{m}^2 = 285000$

Mirstība - $467 / 1497 = 0.238 = 23.8\%$

4.tabula

Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietu un ikru attīstības raksturojums 1985.gadā.

Nr	Nārsta laiks	Vidējā ūdens T°C ikru attīstības laikā	Platība (km ²)	Ikru daudzums × 10 ³	Ikru daudzums 10 ³ / m ²	Mirstība (%)
1	16.05	6.6	0.1	360.0	72.0	4.7
2	16.05	6.6	0.1	5040.0	360.0	74.7
3	26.05	9.4	0.0	28.1	28.1	36.6
4	7.06	11.1	0.2	332.0	166.0	61.6
5	13.06	12.0	0.3	240.0	80.0	81.2
6	19.06	14.0	0.1	665.0	66.5	62.5
7	20.06	14.6	0.0	100.0	100.0	100.0
8	20.06	14.6	0.1	4000.0	400.0	87.2
9	21.06	14.9	0.2	900.0	60.0	80.0
10	22.06	15.0	0.1	550.0	55.0	80.0
11	24.06	15.0	0.1	450.0	45.0	70.4
12	25.06	15.2	0.1	2919.0	417.0	72.0
13	25.06	15.2	0.1	800.0	80.0	78.5
14	27.06	15.3	0.1	960.0	192.0	61.3

5.tabula

Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietu un ikru attīstības raksturojums 1986.gadā.

Nr	Nārsta laiks	Vidējā ūdens T°C ikru attīstības laikā	Platība (km ²)	Ikru daudzumsx10 ⁷	Ikru daudzums 10 ³ /m ²	Mirstība (%)
1	29.04	7.0	0.075	75.0	10.0	28.25
2	9.05	8.1	0.050	155.0	31.0	11.20
3	16.05	10.6	0.020	3000.0	150.0	89.45
4	21.05	13.1	0.040	135702.0	339.7	36.60
5	21.05	13.1	0.040	4.0	1.0	41.65
6	22.05	13.3	0.150	4869.0	324.6	85.49
7	30.05	12.6	0.250	17875.0	715.0	99.20
8	1.06	12.7	0.050	10940.0	2188.0	100.00
9	1.06	12.7	0.050	1100.0	220.0	69.65
10	2.06	12.8	0.080	4160.0	520.0	90.50
11	2.06	12.8	0.150	23100.0	1540.0	94.80
12	3.06	13.1	0.020	2198.6	1099.3	98.00
13	4.06	13.5	0.100	9400.0	940.0	75.44
14	8.06	14.5	0.090	495.0	55.0	50.00
15	14.06	13.4	0.150	5250.0	350.0	83.10
16	15.06	13.7	0.100	230.0	23.0	41.20
17	16.06	13.7	0.075	1200.0	160.0	36.00
18	16.06	13.7	0.040	6400.0	1600.0	100.00
19	24.06	14.7	0.040	160.0	45.0	12.20
20	24.06	14.7	0.001	10.0	100.0	8.00
21	25.06	14.9	0.040	84.0	21.0	13.35
22	25.06	14.9	0.020	280.0	140.0	28.30
23	25.06	14.9	0.030	54.0	18.0	15.65
24	27.06	16.0	0.040	120.0	30.0	13.05

6.tabula

Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietu
un ikru attīstības raksturojums 1987.gadā.

Nr	Nārsta laiks	Vidējā ūdens T°C ikru attīstības laikā	Platība (km ²)	Ikru daudzumsx10 ⁷	Ikru daudzums 10 ³ /m ²	Mirstība (%)
1	21.05	4.7	0.150	1927.5	128.5	24.90
2	21.05	4.7	0.010	14.0	14.0	50.00
3	21.05	4.7	0.200	25740.0	1287.0	75.95
4	22.05	4.7	0.240	23208.0	967.0	32.20
5	23.05	4.8	0.070	1116.5	159.5	12.20
6	1.06	6.4	0.005	5.0	10.0	66.70
7	3.06	7.4	0.060	2736.0	456.0	18.10
8	8.06	10.3	0.010	288.0	288.0*	
					40.0	28.55
9	14.06	13.6	0.005	172.0	344.0	100.0**
10	14.06	13.6	0.120	7536.0	628.0	100.0**
11	15.06	13.4	0.010	438.0	438.0*	
					34.0	1.60
12	15.06	13.4	0.010	491.5	491.5	100.0**
13	17.06	13.4	0.010	13.0	13.0	100.0**
14	17.06	13.4	0.010	60.0	60.0	16.37
15	17.06	13.4	0.020	118.0	59.0	100.0**
16	18.06	13.4	0.090	2173.5	241.5	100.00
17	19.06	13.6	0.005	215.0	430.0*	
					15.0	72.00
18	19.06	13.6	0.010	15.0	15.0	100.00
19	19.06	13.6	0.030	1316.4	438.8	93.13
20	19.06	13.6	0.015	119.1	79.4	52.20
21	19.06	13.6	0.030	155.4	222.0	100.0**
22	19.06	13.6	0.015	71.85	47.9	94.92
23	20.06	13.8	0.030	1488.0	49.6	100.0**
24	22.06	14.0	0.015	283.5	189.0	57.92
25	22.06	14.0	0.005	60.5	121.0	100.0**
26	25.06	14.2	0.005	172.0	344.0	100.0**

* -ikru daudzums atrodot ikrus, zem tā ikru daudzums kāpuriem izšķīloties;

**-ikri pazuda pirms kāpuru izšķīšanās termiņa.

7.tabula

Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietu un ikru attīstības raksturojums 1988.gadā.

Nr	Nārsta laiks	Vidējā ūdens T°C ikru attīstības laikā	Platība (km ²)	Ikru daudzums × 10 ⁷	Ikru daudzums 10 ³ / m ²	Mirstība (%)
1	4.05	5.7	0.200	8736.0	436.8	18.27
2	19.05	9.8	0.150	2826.0	188.0	87.90
3	24.05	13.3	0.210	4928.7	234.7	69.79
4	24.05	13.3	0.060	2668.8	444.8	11.92
5	25.05	14.2	0.270	12028.5	445.5	79.16
6	29.05	15.1	0.150	5401.5	360.1	98.47
7	31.05	14.7	0.090	1807.2	200.8	39.04
8	5.06	10.3	0.160	1686.4	105.4	97.26
9	5.06	10.3	0.100	4248.0	424.8	99.91
10	5.06	10.3	0.060	1245.0	207.5	93.14
11	6.06	9.9	0.240	8556.0	356.5	93.44
12	6.06	9.9	0.010	6607.0	660.7	90.02
13	6.06	9.9	0.060	633.0	105.5	97.26
14	8.06	10.0	0.020	4.9	24.5	84.04
15	8.06	10.0	0.010	7.7	77.1	98.33
16	8.06	10.0	0.060	4031.4	671.9	96.81
17	16.06	14.2	0.100	1990.0	199.0	82.46
18	17.06	14.9	0.020	63.4	31.7	12.38
19	20.06	16.2	0.060	1153.2	192.2	100.00
20	20.06	16.2	0.200	2852.0	142.6	45.17
21	21.06	16.4	0.200	7306.0	365.3	85.42
22	23.06	16.6	0.015	44.4	29.6	58.77
23	25.06	17.1	0.030	32.7	10.9	96.83
24	30.06	18.1	0.050	762.5	152.5	100.00

Tekošas reņģes tika ņemtas no stāvada, ievietotas traukā ar ūdeni un dzīvas nogādātas krastā 30-40 minūšu laikā. Ikru apaugļošanai tika izmantota pienu šķīduma metode, kas nodrošināja ikru vienmērīgāku sadalījumu un izkriedi Petri traukā (Ганкина, 1963). Apmēram pēc divām stundām trauki ar ikriem tika apskatīti zem binokulāra, noteikta apaugļošanas pakāpe un ar retināšanu sasniegts vajadzīgais ikru blīvums katrā variantā. Eksperimentos, kuros tika noteikta ikru izvietojuma blīvuma ietekme uz reņģes embrionālo attīstību, vienas mātiņas ikri tika inkubēti divos Petri traukos. Vienā tika atstāti tikai atsevišķi ikri, bet otrajā grupās pa 2-4 gabaliem. Visi ikru varianti tika pārbaudīti divas reizes dienā, tika atzīmēta embrionālās attīstības stadija, saskaitīti beigtie ikri, tika nomainīts ūdens un izmērīta tā temperatūra. Embrionālās attīstības ilgums tika mērīts grādstundās. Starp divām ikru pārbaudēm tika ņemta vidējā ūdens temperatūra, pareizīnāta ar stundu skaitu starp šīm pārbaudēm un atsevišķie attīstības ilgumi saskaitīti. Kāpuriem izšķīloties, tie tika saskaitīti un izmērīti zem binokulāra. Atsevišķi tika atzīmēti un saskaitīti kāpuri, kuriem bija novērojamas anomālijas. Ikru attīstības sekmīguma novērtēšanai un izšķīlušos kāpuru izmēru salīdzināšanai dažāda ikru izvietojuma blīvuma variantos tika aprēķināti šo rādītāju vidējo aritmētisko vērtības un rezultātu ticamības koeficienti. Pirmajā gadījumā kā savstarpēji atkarīgām, bet otrajā kā neatkarīgām paraugkopām.

Atsevišķi tika ierīkotas 9 sērijas ar 30 variantiem, kuros bija atsevišķi izvietoti ikri, lai noteiktu sakarības starp reņģes mātišu, to ikru un izšķīlušos kāpuru izmēriem. Šo rādītāju atkarību noteikšanai tika izmantota regresijas analīze, kas tika veikta Lotus programmā. Korelācijas koeficientu būtiskums tika novērtēts, izmantojot R.Fišera transformāciju. Aprēķinos par kāpuru izmēriem netika ņemti vērā varianti, kuros bija augsta ikru mirstība un attiecīgi neliels izšķīlušos kāpuru skaits (sk. 33.tabulu).

Līča reņģes krājumi tika novērtēti ICES (International Council for the Exploration of the Sea) Baltijas pelāģisko zivju darba grupā izmantojot VPA (virtuālo populāciju analīze) programmu. VPA pamatā ir reņģes paaudžu skaita un biomasas izmaiņas dzīves laikā, kas tiek izskaitļotas, izmantojot datu bāzi par reņģes nozvejām pēc svara un skaita vecuma grupās, reņģes vidējiem svariem vecuma grupās un dabīgās mirstības lielumu noteiktā laika posmā. Rīgas jūras līča reņģes datu bāze aptver 1970.-1993.gadu periodu. Katru gadu datu bāze tiek papildināta ar datiem par iepriekšējā gada kopējo

nozveju, atsevišķo vecuma grupu skaitu un vidējiem svāriem nozvejā. Tiek novērtēts dabīgās mirstības lielums atkarībā no mērcas krājumu stāvokļa vai izmantojot hidroakustisko uzskaišu rezultātus. VPA programmas rezultāti satur reņģes skaitu un nozvejas mirstības vērtības vecuma grupās aplūkotā perioda atsevišķajos gados, kā arī reņģes skaitu vecuma grupās 1994.gada sākumā.

Prognoze reņģes krājumu stāvoklim un iespējamām nozvejām 1994.-1996. gados tika veikta ievieojot datus par krājumu stāvokli (skaits un vidējie svāri vecuma grupās) 1994.gada sākumā, paredzamajiem nozvejas un dabīgās mirstības lielumiem un iespējamo papildinājumu 1994.-1996.gados. Papildinājums ir reņģes skaits 1 gada vecumā. 1993.-1994.gadu paaudžu ražība tika novērtēta izmantojot atrastās sakarības starp paaudžu ražību un ūdens temperatūru aprīlī un zooplanktona skaitu maijā. 1995.gada paaudze tika pieņemta vidējā daudzgadīgā līmenī.

Baltijas reņģes vairošanās un embrionālās attīstības bioloģiskās īpatnības.

Rīgas jūras līcis ir lielā mērā noslēgts ūdensbaseins, kura klimats ir kontinentālāks nekā atklātajā Baltijas jūrā. Līča virsmas laukums ir 16330 km², bet ūdens tilpums 424 km³ (Пасропс, 1967). Vidējā daudzgadīgā upju notecē līdzinās 31km³, no kuriem 86% ir saistīti ar līča dienvidu daļu (Пасропс, 1967). Ziemā trijos gadījumos no četriem līča akvatorija ir pārklāta ar nekustīgu vai dreifējošu 20-50 cm biezu ledu (Пасропс, 1965). Ūdens sāļums līcī variē plašās robežās: zemākās vērtības novērojamas pavasarī dienvidu rajona siltūdens zonā, kad sāļums ir 0.5 -2.0‰, bet augstākās lībes jūras šaurumā pie grunts - 7.5-7.7‰ (Берзиньш, 1980, 1987). Ūdens sāļuma samazināšanās, galvenokārt, norisinās gar līča austrumu piekrasti.

Rīgas jūras līča ūdeņu skābekļa satura izmaiņas ir izpētītas pietiekami labi. Ir konstatēts, ka daudzgadīgā skatījumā skābekļa saturs samazinās, sevišķi vasarās piegrunts slānī (Берзиньш и др., 1988). Tas liecina, ka palielinās skābekļa izmantošana ķīmiskos un bioloģiskos procesos. Notiek biogēnu koncentrāciju palielināšanās, izmainās to gada dinamika, kas izpaužas tādejādi, ka pavasarī biogēnu augstās koncentrācijas saglabājas ilgāk (Юрковскис, Писмане, 1980).

Baltijas reņģe (*Clupea harengus membras L.*) ir Atlantijas silķes (*C. harengus L.*) pasuga. Atšķirībā no Atlantijas silķes grupējumu vairākuma Baltijas reņģes nārsta vietas atrodas piekrastes zonā līdz 20 m dziļumam, ar ko tā ir tuva Klusā okeāna silķēm (*C. pallasii Val.*). L. Duškina (Душкина, 1988) konstatējusi, ka Baltijas reņģes un Baltās jūras silķes kāpuru pigmentācija ir ļoti līdzīga, kas norāda uz to radniecību.

Baltijas reņģe iedalās divās sezonas rasēs - pavasara un rudens nārsta, taču pēdējās daudzums visos Baltijas rajonos ir neliels (Анон, 1984). Baltijas jūrā reņģi iedala vairākās lokālās populācijās (Бирюков, 1970; Паннак, 1970; Оявеер, 1980). Rīgas jūras līcī E. Ojaveers (Оявеер, 1981) izšķir četrus reņģu grupējumus: pavasara nārsta un rudens nārsta atklātās jūras (turpmāk jūras) reņģes un analogiskas līča reņģes populācijas, taču, kā jau teikts iepriekš, rudens nārsta reņģes, gan jūras, gan līča, krājumi pašlaik atrodas ļoti zemā līmenī. Rīgas jūras līcī jūras reņģe ienāk uz nārstu, bet tā barojas Baltijas jūras atklātajā daļā. Līča reņģe visu dzīvi pavada Rīgas jūras līcī, un tikai daļa vecāko zivju barošanās periodā iziet atklātajā jūrā.

Tomēr ir Baltijas reņģes ģenētiskie pētījumi, kas rāda, ka populāciju morfoloģiskās atšķirības ir tikai ārējo, lokālo ekoloģisko faktoru nosacītas (Ryman et al, 1984).

Sakarā ar hidroloģisko apstākļu (ledus slāņa esamība ziemā, ūdens temperatūra) būtiskajām atšķirībām starp dažādiem Baltijas jūras rajoniem, nārsta laiks ir stipri izstiepts (Бирюков, 1970). Tas iesākas jūras rietumu un dienvidu rajonos martā-aprīlī un pakāpeniski pārvietojas austrumu un ziemeļu virzienos (Оявеер, 1984). Reņģes nārsts Rīgas jūras līcī vidēji sākas aprīļa beigās un turpinās līdz jūlija sākumam (Дмитриев, 1954; Лисивненко, 1963). Nārsta sākuma laiki var izmainīties atkarībā no hidrometeoroloģiskajiem apstākļiem, tomēr noteiktos areālos nārsta laiks ir pietiekami stabils. Pielāgošanās nārstam noteiktos termiņos ir ciešā saistībā ar reņģu kāpuru pāreju uz ārējo eksogēno barošanos un tās saskaņotību ar zooplanktona vairošanās maksimumu (Оявеер, Симм, 1975). Daži zinātnieki konstatējuši likumsakarības starp nārsta sākumu un hidrometeoroloģiskajiem apstākļiem pirmsnārsta periodā (Антонов, 1960; Беренбейм, 1966; Евтюхова, Берзиньш, 1983). Ir konstatētas būtiskas sakarības starp nārsta sākšanās laiku, nārsta sākuma intensitāti un ūdens siltuma krājumu Rīgas jūras līcī aprīlī, februārī, kā arī ar ziemas bargumu pirms nārsta. Netika konstatētas korelācijas starp masveida nārsta laikiem un ūdens siltuma krājumu ziemas un pirmsnārsta periodos (Евтюхова, Берзиньш, 1983).

Tas, ka Baltijas reņģei nārsts ilgst 1.5-2 mēnešus, tiek aplūkots kā svarīgs pielāgojums apstākļiem, kuros samazinās konkurence pēc nārsta vietām un pēc kāpuru un mazulu barības objektiem (Лисивненко, 1963). Tāpēc Baltijas reņģei piecdesmitajos-sešdesmitajos gados netika novērota nārsta vietu pārapsūtošanās, kas izpaustos augsta blīvuma ikru klājumos (Раннак, 1970). I.Nikolajevs (Николаев, 1954) uzskata, ka ilgstošs nārsts daļēji novērš vides izmaiņu nelabvēlīgo ietekmi. Pēc viņa domām, jaunās paaudzes mazskaitliskums no tās nārsta bara daļas, kura vairojās nelabvēlīgos apstākļos, vairāk vai mazāk tiek kompensēts ar lielo mazulu skaitu no citas nārsta bara daļas, kura nārstoja citā laikā un labvēlīgākos apstākļos. M.Krivoboka un O.Tarkovskaja (Кривобок, Тарковская, 1962) uzskata, ka nārsts notiek ilgstoši tāpēc, ka zivīm ir atšķirīga auglība. Reņģēm, kurām ir mazāks ikru daudzums, ir nepieciešams mazāks enerģijas krājums, lai nodrošinātu savu dzimumciklu, un tādējādi šīs zivis ātrāk pabeidz to uzkrāšanas procesu un ir ātrāk gatavas uzsākt nārstu nekā

auglīgākās zivis. Jo lielāka būs auglības svārstību amplitūda, jo ilgstošākam jābūt nārstam. Te gan jāatzīmē, ka reņģe ļoti maz barojas ziemā un gandrīz nemaz nebarojas pirmsnārsta periodā - pavasarī, bet nārsta ilgums pamatā ir atkarīgs no nārsta sākuma laika, ko, savukārt, nosaka ziemas bardzība un ūdens temperatūra pavasarī (Korņilovs, 1993).

L.Anohina (Анохина, 1969) uzskata, ka reņģu auglība nosaka arī nārsta sezonu. E.Ojaveera eksperimenti parādīja, ka dažādām reņģu sezonas rasēm pastāv reproduktīvā izolācija, kuras pamatā ir dzimumproduktu zemā kvalitāte zivīm, kuras nārsto citā sezonā (Ojaveer, 1981). Arī rudens nārsta reņģu skaita stiprā samazināšanās, kura iesākās sešdesmitajos gados un turpinās joprojām, nav saistīta ar reņģes auglības izmaiņām.

Aprīļa beigās pirmā nārstu uzsāk jūras reņģe un dominē nozvejās līdz maija beigām, bet liča reņģe nārsto maija beigās-jūnijā (Ojaveer, 1981). Pērnavas liča nārsta vietās tika novērota arī daļēja jūras un liča reņģu telpiskā reproduktīvā izolācija, kas ir vismaz viens no iemesliem, kāpēc šīs reņģu populācijas saglabā savas raksturīgās īpašības (Райд, 1979). Pastāv arī atšķirības nārsta laikos starp dažāda vecuma zivīm. Katras reņģes populācijas ietvaros vispirms nārsto vecākās zivis, bet vēlāk jaunākās. Tādejādi nārsta laikā bara vidējais vecums samazinās.

Ūdens temperatūra nārsta gaitā stipri mainās. Pērnavas līdī pirmie ikri tika atrasti, kad ūdens temperatūra bija 2.4°C, bet nārsta beigās ūdens temperatūra sasniedza 17.4°C (Раннак, 1954). Dažādi autori dod atšķirīgus minimālo temperatūru rādītājus, pie kuriem sākas nārsts: 3 -4°C (Антонов, 1960; Бирюков, 1970; Раннак, 1970), 5°C (Лисивненко, 1963), 5 -6°C (Oulasvirta et al, 1983), 8°C (Валиков, 1954). E.Ojaveera (Ojaveer, 1981) eksperimentālie darbi parādīja, ka, ikriem, attīstoties pie 3°C temperatūras, ir novērojams paaugstināts anomālo embriju skaits, bet optimālā temperatūra ir 7°C. Augstākā ūdens temperatūra, kad tika novērots reņģu nārsts, ir 16-18°C (Никонаев, 1954; Ojaveer, Simm, 1975). Somu jūras līdī nārsts netika konstatēts, kad ūdens temperatūra pārsniedza 15°C (Oulasvirta et al, 1983).

Daudzi autori norāda, ka temperatūras apstākļus nārsta vietās lielā mērā nosaka vēja virziens un ātrums. Tas rada labvēlīgus atražošanas apstākļus nārsta vietās, sajaucot ūdens masas pirms nārsta un tā laikā (Ojaveer, Simm, 1975). Lēns jūras vējš sekmē temperatūras apstākļu stabilitāti piekrastē un neaizkavē zivju tuvošanos piekrastes zonai (Никонаев,

1954). Krasta vējš ātri aizdzien no krasta silto ūdeni, un samazinās reņģu nārstam derīgās nārsta vietu platības (Ojaveer, Simm, 1975). Vējainos gados uzlabojas piegrunts ūdens slāņa aerācija, un ūdens temperatūra nepārsniedz 16 -17°C, kas ir augšējā robeža reņģu nārstam un sekmīgai ikru attīstībai (Ojaveer, Simm, 1975). Rudens nārsta reņģei vēja virziens pirms masveida nārsta nosaka reņģu baru pārvietošanos uz noteiktām līča piekrastes nārsta vietām (Оявеер, 1970).

Ūdens sāļums nārsta vietās svārstās no 3 līdz 7 ‰ (Раннак, 1954). Vislas līča reņģes populācija nārsto pie 2 -4 ‰ sāļuma (Birjukow, Shapiro, 1971). Rīgas jūras līcī vietās ar viszemāko sāļumu krasta tuvumā pirmā nārsto jūras reņģe, un tās ikri zema sāļuma apstākļos attīstās sekmīgāk nekā līča reņģei (Оявеер, 1981). Atšķirībā no citām silķēm, kuras nārsto piekrastes joslā un kurām sāļums ir viens no vismainīgākajiem vides faktoriem (Душкина, 1988), Baltijas reņģes nārsta vietās sāļuma svārstību amplitūda ir daudz šaurāka.

Baltijas reņģes nārsta vietas atrodas piekrastes zonas iecirkņos ar stipru straumi un intensīvu ūdens cirkulāciju (Rannak, 1971; Aneer, Nellbring, 1982; Oulasvirta et al, 1983). Nārsta vietu platības atzīmētas tikai L. Lisivņenko (Лисивненко, 1957) darbā, un triju nārsta vietu platība bija atiecīgi 10, 15 un 20 km² lielas. Pie Zviedrijas krastiem nārsta vietas neaizņem lielas platības, un nārsts norisinās vairāk vai mazāk plankumaini (Aneer, Nellbring, 1982). Klusā okeāna silķei nārsta vietas atrodas noteiktās vietās, un tiek izmantotas katru gadu (Outram, 1955), lai gan dažiem rajoniem tiek dota priekšroka (Taylor, 1964). Britu Kolumbijas silķu populācijām tika konstatēta augsta "homing" pakāpe (Hourston, 1982). Tiek uzskatīts, ka Atlantijas silķu nārsta vietām piemīt tām raksturīgs skaņu spektrs, un tāpēc silķes nārsto noteiktās vietās (De Groot, 1980). Apaugļoti Baltijas reņģes ikri, kuri tika pārvietoti no nārsta vietām citur, kur nārsts parasti nenotiek, attīstījās daudz sliktāk (Birjukow, Shapiro, 1971).

Baltijas jūras dažādiem rajoniem tiek uzrādīti atšķirīgi nārsta vietu atrašanās dziļumi: Somu jūras līča dienvidu daļā 6 -20 m, austrumu daļā 3 -17 m (Райд, 1983), ziemeļu daļā 0.2 -6.5 m (Oulasvirta et al, 1983), Rīgas jūras līcī 3.8 -10.1 m (Раннак, 1954), 4 -14-15 m (Лисивненко, 1963), Vislas līcī 0.8 -3 m, Baltijas jūras atklātajā daļā Klaipēdas rajonā 2 -20 m (Антонов, 1960), Zviedrijas piekrastē 0.4 -11 m (Aneer, Nellbring, 1982).

Nārsts sākas nelielos dziļumos, bet, ūdens temperatūrai paaugstinoties, tas pārvietojas dziļāk (Писивненко, 1963; Ранняк, 1970; Oulasvirta et al, 1983). Zviedru zinātnieki (Aneer, Nellbring, 1982) konstatēja tikai nelielu, statistiski nenozīmīgu nārsta pārvietošanos dziļuma virzienā nārsta laikā.

Nārsta vietās ikri parasti atrodas uz ūdensaugiem (Ранняк, 1954; Oulasvirta et al, 1983), bet tie tika atrasti arī uz akmeņiem un gliemeņu čaulām (Писивненко, 1963), kā arī uz grants un smiltīm, bet ikru blīvums uz šāda substrāta ir parasti zemāks nekā uz augiem (Oulasvirta et al, 1983; Рајд, 1989). Zviedrijas piekrastē ikri tika atrasti tikai uz ūdensaugiem (Aneer, Nellbring, 1982). Par substrātu ikriem kalpo dažādas brūnaļģu, zaļaļģu un sārtaļģu sugas, bet dažos rajonos (Greifsvaldes līcis) arī *Zostera marina*. Klusā okeāna silķei augu veids un forma nosaka ikru izvietojumu un daudzumu, un to ir vairāk uz sārtaļģēm nekā uz brūnaļģēm (Haegale et al, 1981). Nārsta vietās pie Rīgenas salas tika konstatēts, ka Baltijas reņģes nārsta intensitāte ir atkarīga no substrāta, ūdensaugu sugas un tās daudzuma (Scabell, Jonsson, 1988).

Baltijas reņģei ir raksturīga retināta ikru nēršana, kad ikri neveido blīvus slāņus, bet parasti atrodas pa vienam vai nelielās grupās (Писивненко, 1963; Ранняк, 1970). Pat tad, kad uz 1 m² substrāta atradās 1 miljons ikru, netika novērots ikru izvietojums vairākos slāņos (Oulasvirta et al, 1983). L.Rannaka (1971) domā, ka tas ir iespējams tāpēc, ka nārsts ir ilgstošs un, paaugstinoties ūdens temperatūrai, tas pakāpeniski pārvietojas no sekākām uz dziļākām vietām.

Atšķirībā no Atlantijas silķes (Baxter, 1971) un Klusā okeāna silķes (Galkina, 1971; Taylor, 1971) daudzslāņu ikru klājumi Baltijas reņģei ir sastopami reti, un ziņas par tiem parādījās tikai astoņdesmitajos gados (Ojaveer, 1981; Aneer, Nellbring, 1982).

S.Križanovskis (Крыжановский, 1956a) raksta, ka *Clupea* ģints silķēm ir raksturīga augsta apaugļošanās. Neapaugļoto ikru daudzums variē no 0.2 līdz 0.4% (Rannak, 1971). Pēc E.Ojaveera (1981) datiem neapaugļoto ikru daudzums vienā nārsta vietā sasniedza 6.5 un 5.3%, bet tajā pašā laikā otrā nārsta vietā neapaugļoti ikri netika atrasti. Parasti neapaugļoti ikri vairāk tika konstatēti daudzslāņainu klājumu iekšējās kārtās (Hempel, 1971; Ojaveer, 1981).

Pirmajos zinātniskajos darbos, kuros tika apskatīts jautājums par ikrū izdzīvojamību nārsta vietās, tika konstatēta neliela mirstība, kas vidēji bija 8.5% (Раннак, 1970), vai pat 2-5% liela (Лисивненко, 1960, 1963). L.Rannaka (1971) uzskata, ka salīdzinoši augstā izdzīvojamības pakāpe embrionālās attīstības stadijā tiek sasniegta pateicoties sekojošiem faktoriem: nav novēroti daudzslāņu klājumi un ikri attīstās labi aerētās vietās uz ūdensaugiem; nārsta ilgums novērš konkurenci nārsta vietu dēļ; nārsta gaitā, pieaugot ūdens temperatūrai, reņģe nērš ikrus dziļākās vietās, nodrošinot ikrū attīstību optimālā ūdens temperatūrā.

Septiņdesmito un astoņdesmito gadu zinātniskajos darbos embrionālās attīstības periodā tiek konstatēta ievērojami augstāka mirstība. Pēc E.Ojaveera (1981) datiem ikrū mirstība Pērnavas līdī variēja no 0 līdz 31%. Pie Zviedrijas krastiem ikrū mirstība embriju izšķīšanās stadijā bija no 5.7 līdz 99.95%, vidēji 46% liela (Aneer, Nellbring, 1982). Somu jūras līdī nārsta sezonā mirstība bija vidēji 13.6% (Oulasvirta et al, 1983).

Jūras piekrastes zona, kur atrodas daudzu silķu nārsta vietas, ir jūras visnepastāvīgākā un mainīgākā daļa, kur ikri tiek pakļauti apkārtējās vides dažādu apstākļu spēcīgai ietekmei. L.Duškina (Душкина, 1988) uzskata, ka ikrū izdzīvošana ir atkarīga no visu faktoru mijiedarbības. Daži zinātniskie darbi pierādīja atsevišķu faktoru (sāļums un temperatūra) kopīgo ietekmi uz ikrū attīstības sekmīgumu (Alderdice et al, 1979a; Михайленко, 1981). Salīdzinot ar citu rajonu silķēm, līdz šodienai ir maz eksperimentālo darbu par to, kā atsevišķi faktori ietekmē Baltijas reņģes ikrū attīstību. Skaita ziņā nedaudzo darbu lielākā daļa ir veltīta ūdens temperatūras ietekmei uz ikrū izdzīvošanas līmeni. E.Ojaveers (Оявеер, 1981) domā, ka tieši ūdens temperatūra ir svarīgākais faktors, no kura dabīgos apstākļos ir atkarīgas ikrū attīstības sekmes. Daudzi autori atzīmē, ka nārsta sākumā, kad ir zema ūdens temperatūra, ikrū mirstība ir neliela, bet, ūdenim sasilstot, ikrū mirstība paaugstinās (Rannak, 1971; Oulasvirta et al, 1983; Оявеер, 1988). Dažās nārsta vietās tika konstatēta pavasara reņģes embriju mirstības atkarība (pozitīva korelācija) no ūdens temperatūras (Oulasvirta et al, 1983; Райд, 1989). Pēc E.Ojaveera (Оявеер, 1981) eksperimentālo darbu rezultātiem optimālā temperatūra Baltijas reņģes ikrū attīstībai ir 7°C, kas ir ļoti tuva tai, kuru noteica Britu Kolumbijas silķei - 6.85°C (Alderdice, Velsen, 1971). Kad ikri attīstījās pie 3°C, tika novērota augsta ikrū mirstība, un vairākiem reņģu kāpuru bija anomālijas (Оявеер, 1981). Par maksimālo

ūdens temperatūru, pie kuras embrionālā attīstība norisinās sekmīgi, tiek uzskaita 16 -17°C (Ojaveer, Simm, 1975). Taču citos eksperimentālajos darbos tika noteikts, ka ūdens temperatūras augšējā robeža atrodas starp 20 -25°C (Гулидов, Попова, 1980) un pat pie 27°C (Лисивненко, 1963). Atšķirībā no Klusā okeāna silķēm, kuru ikri attīstās paisuma-bēguma zonā un var būt pakļauti saules un apžūšanas iedarbībai, vai stiprām ūdens temperatūras svārstībām, Baltijas jūrā nav paisuma-bēguma darbības un nārsta vietās netiek novērotas tik krasas ūdens temperatūras svārstības. Pēc M.Tooma (Тоом, 1958) novērojumiem ūdens temperatūras svārstības palēnināja ikru embrionālo attīstību, bet neietekmēja to attīstības sekmīgumu.

Embrionālās attīstības veiksmīgums ir atkarīgs arī no temperatūras apstākļiem pirmsnārsta periodā, jo tie nosaka nārsta sākuma laiku un temperatūras apstākļus ikru attīstības gaitā. Baltijas reņģes ikru normālu attīstību veicina agrs pavasaris un salīdzinoši vēss vasaras sākums (Раннак, 1954; Антонов, 1960). Maigas ziemas un agri, silti pavasari nodrošina ilgāku nārsta periodu. Starp virsējo ūdens slāņu temperatūru aprīlī un Baltijas reņģes paaudžu skaitliskumu attiecīgajā gadā novērojama pozitīva korelācija $r=0.72$ (Оявеер, Раннак, 1967; Раннак, 1970).

Baltijas reņģes ikri apaugļojas un attīstās pie zema ūdens sāluma (Раннак, 1954; Лисивненко, 1957; Тоом, 1958). Pirmos zinātniskos darbus par sāluma ietekmi uz Baltijas reņģes ikru apaugļošanos un embrionālo attīstību veica S.Križanovskis (Крыжановский, 1956b). Viņš mākslīgi apaugļoja Baltijas reņģes ikrus Baltajā jūrā, kur ūdens sālums ir ap 25‰. Lai gan ikri normāli apaugļojās un sāka attīstīties, tomēr tikai daži nodzīvoja līdz embrionālā perioda beigām; gandrīz visiem tika novērotas attīstības novirzes, un visi izšķīlušies kāpuri aizgāja bojā ātrāk kā tie, kuri attīstījās zema sāluma apstākļos (4 -5‰).

Vēl sāluma ietekmi uz Baltijas reņģes embrionālo attīstību ir pētījis E.Ojaveers (Оявеер, 1978, 1981). Baltijas jūras ziemeļaustrumu daļas reņģes ikri vissekmīgāk apaugļojās un līdz gastrulācijas stadijai normāli attīstījās pie 5 -20‰ sāluma. Sāluma diapazons, kurā ikru attīstība norisinājās normāli, embrionālās attīstības tālākajā gaitā pakāpeniski sašaurinājās. Pie augstākajām sāluma vērtībām embrionālās attīstības gaitā novēroja novirzes no normālās attīstības dažādu anomāliju veidā.

Skābekļa apstākļi nārsta vietās reņģes nārsta laikā ir maz pētīti. Tā kā nārsta vietas atrodas rajonos ar stiprām straumēm un labu ūdens

cirkulāciju, tas nodrošina pietiekošu piekrastes ūdeņu piesātinājumu ar skābekli (Лисивненко, 1963). Par silķu, arī Baltijas reņģes, ikru attīstību labos skābekļa piesātinājuma apstākļos liecina ikru dzeltenuma pigmentācijas pakāpe (Соин, 1968). Dažos gadījumos, kad norisinās intensīva fitoplanktona attīstība un atmiršana un ir bezvējš, skābekļa saturs ūdenī var stipri samazināties (Раннак, 1958). G.Aneers un S.Nellbrings (1982) vietās, kur uzkrājas un sadalījās norautās aļģes, konstatēja sērūdeņradi. Šādās vietās ikru mirstība sasniedza 100%. E.Brauns (1985) veica eksperimentālos darbus, no kuru rezultātiem secināja, ka pavasara nārsta ikru mirstības galvenais cēlonis ir skābekļa zemās koncentrācijas, sevišķi grunts tuvumā; tādejādi ikru attīstības apstākļus nosaka to vertikālais sadalījums uz ūdensaugiem.

Daudzi laboratorijas pētījumi tika veikti, lai noskaidrotu, kā dažādi toksikanti ietekmē silķu embrionālo attīstību, t. skaitā arī Baltijas jūrā (Linden, 1974; Alderdice et al, 1979b; Palm, Kaivo, 1982; Somasundaram et al, 1984; Hansen et al, 1985). E.Ojaveers (Оявеер, 1988) uzskata, ka pat ļoti zemas smago metālu koncentrācijas var būtiski ietekmēt apaugļošanas procesu. Pēc T.Palma (Пальм, 1985) domām tās smago metālu koncentrācijas, kas ir novērojamas Baltijas jūrā, tikai dažos gadījumos var ietekmēt reņģes atražošanas procesu.

Piesārņojuma ietekme uz Baltijas reņģes nārsta norisi un embrionālo attīstību tika pētīta Zviedrijas piekrastē (Aneer, Nellbring, 1982). Piesārņotajos piekrastes rajonos nārsts tika novērots retāk nekā kontroles zonā, bet kāpuru veiksmīga izšķīlšanās kontroles zonā vidēji bija 53.9%, salīdzinot ar 24.4% piesārņotajā jūras rajonā.

Embrionālās attīstības sekmīgums var būt atkarīgs arī no dzimumproduktu nobriešanas apstākļiem. Ir konstatēts, ka embriju izšķīlšanās process norisinās daudz nesekmīgāk, ja toksisko savienojumu saturs silķes olnīcās pārsniedz noteiktu līmeni (Hansen et al, 1985). Dzimumproduktu kvalitāti var negatīvi ietekmēt auglības paaugstināšanās (Кривобок, Тарковская, 1962), nelabvēlīgi barošanās un ziemošanas apstākļi pirms nārsta (Оявеер, 1970). Ikru izdzīvošana ir atkarīga arī no nārstojošās zivs vecuma, un viskvalitatīvākie ikri ir trīs gadus vecām Baltijas reņģēm (Birjukow, Shapiro, 1971).

Piesārņojums negatīvi ietekmē arī ūdensaugus, kuri ir par substrātu Baltijas reņģes ikru attīstībai. Par to, kā substrāts ietekmē reņģes ikru

attīstības sekmīgumu, zinātniskie pētījumi nav veikti. Taču Baltajā jūrā ir konstatēts, ka ikru attīstības sekmīgums uz dažādiem ūdensaugiem ir atšķirīgs (Ганкина, 1968). Igaunijas piekrastē pēdējā laikā novēro gan ūdensaugu sugu daudzveidības, gan atsevišķu sugu biomasas samazināšanos (Trei, 1985). Gdaņskas līcī pēdējos gados notiek strauja ūdensaugu augšanas maksimālā dziļuma pārvietošanās uz mazākiem dziļumiem: 1907.g. - 25m, 1973.g. - 18m, 1980.g. - 9m, 1986.g. - 6m (Plinski, 1986).

Ikru klājumu blīvuma ietekme uz Baltijas reņģes embrionālo attīstību nav pētīta. Tikai E.Ojaveers (1981) atzīmē, ka daudzslāņu klājumos neapauglotu un beigtu ikru ir vairāk kā retinātos ikru klājumos. Klusā okeāna silķēm tika konstatēts, ka ikru blīvums klājumos ļoti nozīmīgi ietekmē ikru attīstības sekmīgumu un pat nākošās paaudzes ražīgumu (Ганкина, 1971; Taylor, 1971).

Visumā var teikt, ka līdz šim Baltijas jūrā ir maz detalizētu reņģes nārsta pētījumu. Daudz vairāk nārsta gaitas un embrionālās attīstības pētījumu ir par Klusā okeāna silķi, kura nārsto līdzīgos apstākļos. Visu nārsta periodu reņģes nārstu un ikru attīstību ir novērojuši tikai pie Zviedrijas un Somijas krastiem. Rīgas jūras līcī dati par reņģes nārstu parasti attiecas uz atsevišķu nārstu novērojumiem un neaptver visu nārsta sezonu. Nav salīdzinājumu par nārsta gaitu un ikru attīstību starp atsevišķiem gadiem. Nārsta vietu atrašanās un to platības ir norādītas tikai aptuveni. Ir darbi par atsevišķu faktoru ietekmi uz reņģes ikru attīstību, kas gan tika veikti tikai laboratorijā. Pētītie faktori, temperatūra un sāļums, domājams, gan nav noteicošie reņģes ikru attīstībā mūsdienu apstākļos. Tādejādi astoņdesmito gadu sākumā reņģes nārsta vietu un embrionālās attīstības apstākļu izpēte Rīgas jūras līcī bija aktuāla.

Rezultāti un diskusija

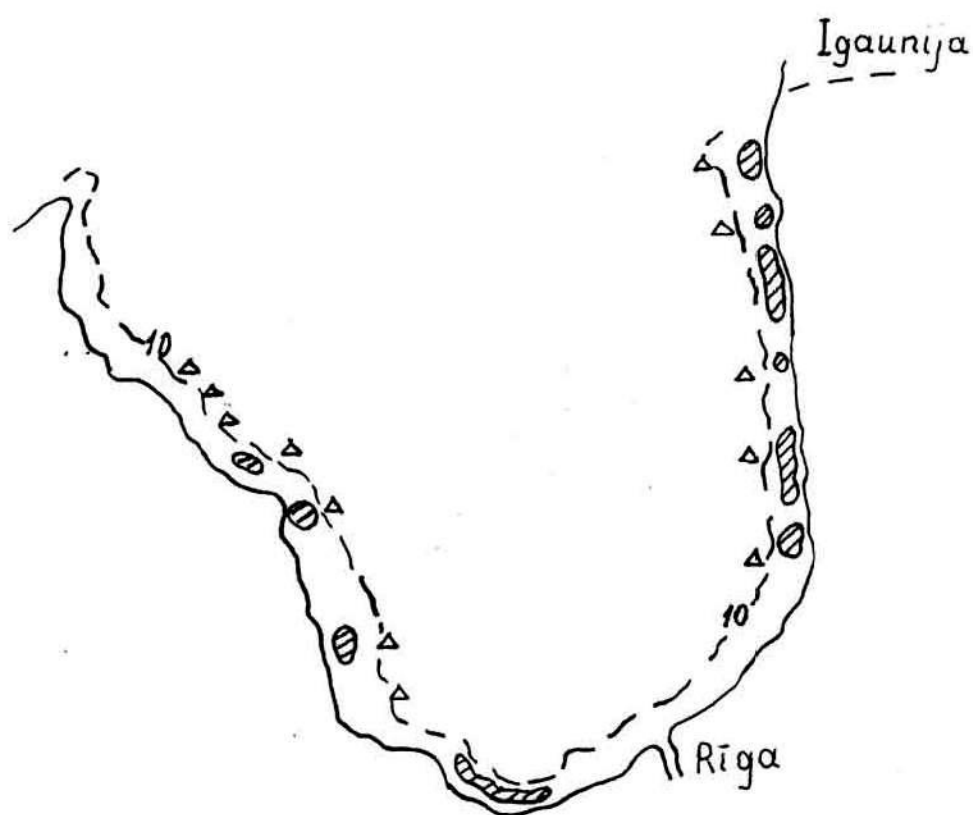
Rīgas jūras līča Latvijas piekrastes nārsta vietu izvietojums un raksturojums

Rīgas jūras līča piekrastē mēs atradām 10 nārsta vietas, kuras tika nosauktas pēc tuvumā esošo apdzīvoto vietu nosaukumiem (1.attēls). Sākot ar ziemeļu robežu Vidzemes piekrastē un tālāk virzoties pulkstens rādītāja virzienā, atrastas sekojošas nārsta vietas: austrumu piekrastē - Kuivižu, Salacgrīvas, Vitupes, Ķurmjraga, Duntēs, Saulkrastu; dienvidrietumu piekrastē - Kauguru; rietumu piekrastē - Engures, Mērsraga, Upesgrīvas. Rīgas jūras līča Igaunijas piekrastē pie Sāremas salas un Pērnavas līdī arī atrodas svarīgas reņģes nārsta vietas (Paiņd, 1989). Latvijas piekrastē reņģes nārsta vietas atrodas uz akmeņainām un dolomīta gruntīm, uz kurām aug ūdensaugi. Ikri netika atrasti uz smiltīm, lai gan šāda nārsta iespējamību atsevišķos gadījumos nevar izslēgt. Smilts gruntis ir raksturīgas Rīgas jūras līča dienvidu piekrastē posmā no Saulkrastiem līdz Kauguriem un rietumu piekrastē posmos Bagaciems - Ķesterciems un Roja - Kolka.

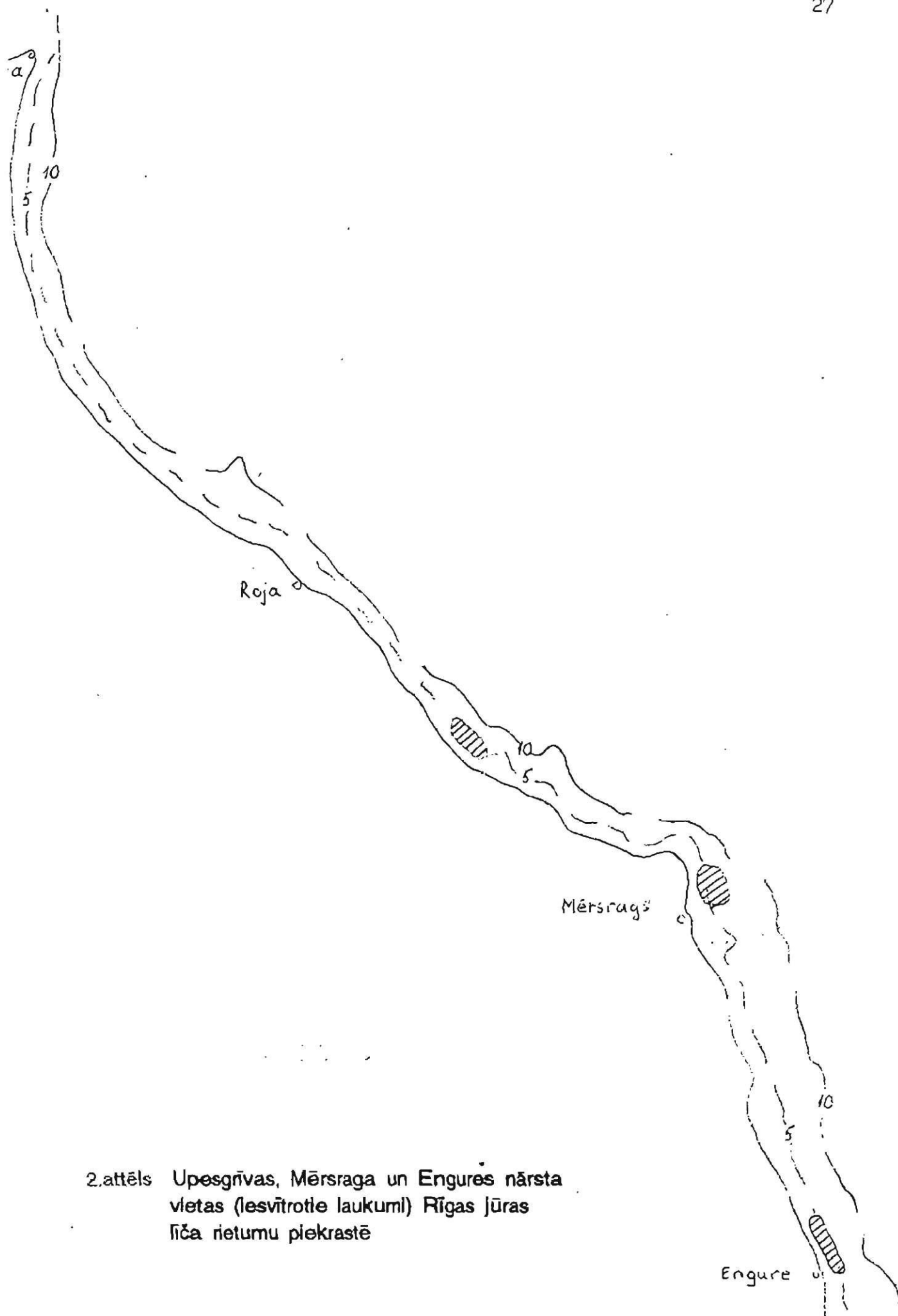
Rietumu piekrastē atrodas trīs nārsta vietas - Upesgrīvas, Mērsraga un Engures (2.attēls). Upesgrīvas nārsta vietā ikrus atradām tikai vienu reizi. Ikri atradās 4-6m dziļumā un aizņēma 0.25km² lielu platību. Uz 1m² atradās vidēji 245 tūkstoši ikru, kuriem bija pēdējā attīstības stadija, neilgi pirms kāpuru izšķīšanās. Ikru vidējā mirstība bija 27.4%.

Mērsraga nārsta vieta atrodas ziemeļos no Mērsraga ciemata, un tās garums gar krastu ir 1.5km. Nārsta vietas platība ir 0.9km². Ikri šeit tika atrasti vairākkārt 4-7m dziļumā. Tā kā ikri tika atrasti kāpuru izšķīšanās stadijā, ir iespējams novērtēt reņģes embrionālās attīstības apstākļus šajā nārsta vietā salīdzinājumā ar citiem Rīgas jūras līča rajoniem. Trijos gadījumos ikru mirstība bija attiecīgi 1.0, 10.0 un 12.1%. Šie lielumi, salīdzinot ar ikru mirstības rādītājiem no citām nārsta vietām, ir relatīvi nelieli, kas liecina, ka Mērsraga nārsta vietā apstākļi ikru attīstībai ir labvēlīgi. Ikru daudzums uz 1m² svārstījās no 65 tūkstošiem līdz 120 tūkstošiem.

Nārstu Engures nārsta vietā mēs konstatējām tikai vienu reizi, atrodot 3-5m dziļumā tukšus ikru apvalkus un beigtu ikru paliekas.



I.attēls Reņģes nārsta vietu izvietojuma shēma Rīgas jūras līča Latvijas piekrastē (Δ - L.Ļisivčenko (Лисивченко, 1957) atrastās un iespējamās nārsta vietas; iesvītrotie laukumi - 1983.-1988.gados atrastās nārsta vietas)

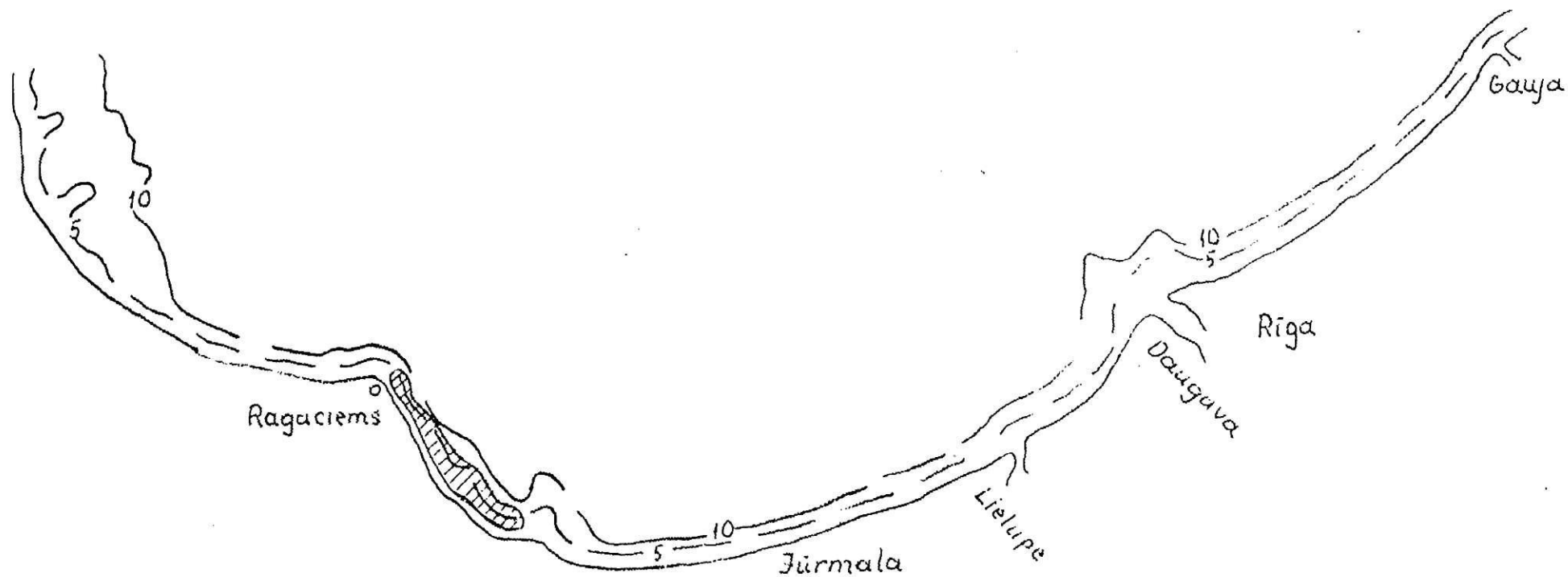


2.attēls Upesgrīvas, Mēsruga un Engurēs nārsta vietas (iesvītrotie laukumi) Rīgas Jūras līča rietumu piekrastē

Rīgas jūras līča rietumu piekrastē no ūdensaugiem visvairāk sastopamas brūnalgē *Fucus vesiculosus* un zaļalgē *Cladophora rupestris*, bet 5-7m dziļumā nelielā daudzumā aug sārtaļģe *Furcellaria lumbricalis* un brūnalgē *Sphacellaria arctica*. Rietumu piekrastē posmā Ķesterdiems - Mērsrags - Roja ūdensaugu daudzums ir pietiekošs, lai te varētu sekmīgi nārstot reņģe. Pēc H.Traubergas (Трауберга, 1979) datiem Rīgas jūras līča rietumu piekrastē reņģes kāpuru daudzums pētniecības nozvejās bija vienmēr zemāks nekā citos rajonos, tomēr pamatā atradās visai noteiktā, pastāvīgā līmenī. Acīmredzot, tas norāda, ka šī rajona nārsta vietas tiek izmantotas mazāk intensīvi, kas ir saistīts ar nārsta reņģes baru sadalījumu līcī atkarībā no dominējošiem vējiem (sk. tālāk). Tomēr ikru attīstības sekmīgums šajā piekrastē ir augstāks kā citās piekrastēs, sevišķi salīdzinājumā ar dienvidu un dienvidaustrumu rajoniem. Hidroķīmiskie pētījumi, kuri tika veikti visā līča piekrastē, parādīja, ka rietumu piekraste ir vismazāk piesārņota.

Rīgas jūras līča dienvid-dienvidrietumos, posmā Kauguri - Hagaciems, atrodas Kauguru nārsta vieta (3.attēls). Baltijas reņģe aktīvi nārsto šajā rajonā, par ko liecina tas, ka nārsta vietas apsekošanas laikā gandrīz vienmēr tika atrasti ikri. Nārsta vietas garums gar krastu ir 8km, tās platība 2.35 km². Šajā piekrastes zonā grunts ir dolomīta vai akmeņaina, bet dziļumos, kas ir mazāki par 2.5m, sastopamas pārsvarā smiltis. Nārsts tika atklāts 2.5-6.5m dziļumā. Visvairāk augošā aļģe ir fukuss *Fucus vesiculosus*, uz kuras tika konstatētas 3/4 no visām ikru atradnēm. Atšķirībā no dienvidaustrumu piekrastes Kauguru nārsta vietā ikri tika atrasti tikai uz ūdensaugiem, tie nebija sastopami uz grunts. Ikru daudzums uz 1m² nepārsniedza 460 tūkstošus, vidēji 124 tūkstoši ikru uz 1m². Ikru mirstība šajā rajonā ir augsta. 18 gadījumos, kad ikri atradās kāpuru izšķīšanās stadijā, mirstība variēja no 18.1 līdz 100%, vidēji 70.5%. Četras reizes tika novērota 100% ikru mirstība. Šī nārsta vieta atrodas Rīgas jūras līča dienvidu daļā, kura tiek visvairāk piesārņota. Blakus atrodas Jūrmalas pilsēta, piekraste ir biezi apdzīvota. Kauguru nārsta vietu ietekmē arī Lielupes notece, kurā ievada neattīrītus ūdeņus, t. skaitā no Slokas celulozes kombināta. Bez šaubām, šo objektu radītais piesārņojums samazina reņģes embrionālās attīstības sekmes Kauguru nārsta vietā.

Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē atrodas Saulkrastu un Dunties nārsta vietas, kur tika veikta lielākā daļa pētījumu un kur kopš



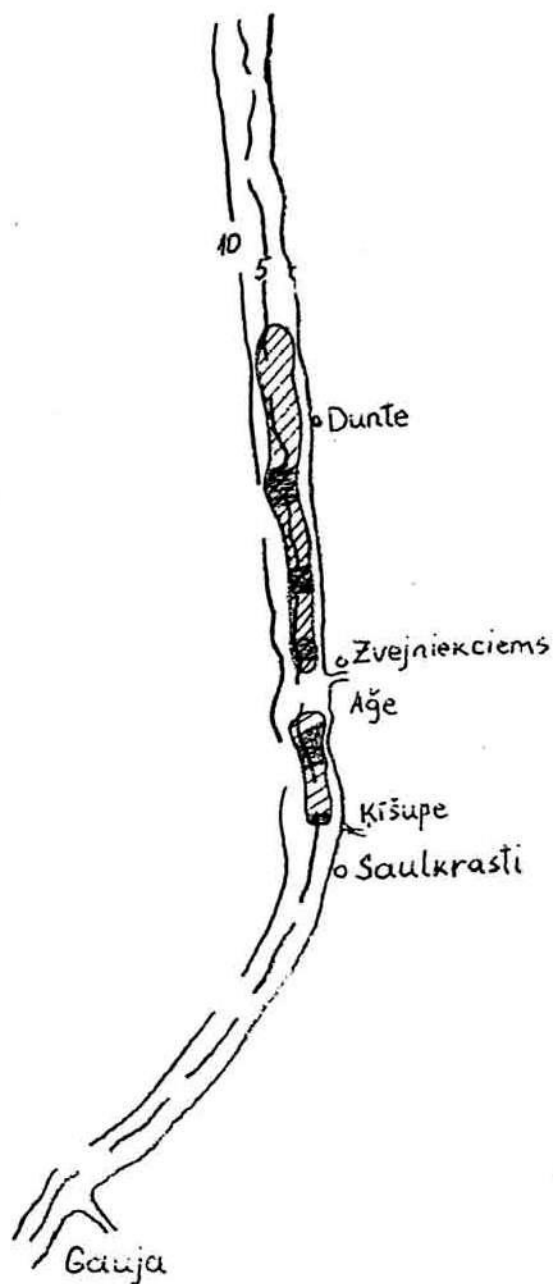
3.attēls Kauguru nārsta vieta (iesvītrotais laukums) Rīgas jūras līča dienvidu
plekrastē

1985.gada apsekošana notika visas nārsta sezonas ilgumā. Pēc mūsu darba rezultātiem Saulkrastu nārsta vieta, kas atrodas uz dienvidiem no Zvejniekciema un Aģes iztekas, ir 1.2km^2 , bet Dunties nārsta vieta 2.3km^2 lielas (4.attēls). Nārsts tika konstatēts 0.5 -6.5m dziļumā. Saulkrastu nārsta vietas ziemeļu daļā līdz pašam krastam ir akmeņaina grunts, uz kuras aug *Fucus vesiculosus* un *Cladophora rupestris*, un ikri te tika atrasti no 0.5m dziļuma. Abu nārsta vietu citos iecirkņos no krasta līdz 1.5 -2.5m dziļumam pamatā ir smilšaina grunts, uz kuras ikri netika novēroti, jo nārsts norisinājās lielākos dziļumos. Ikru izdzīvošana šajās vietās ir zema, un ikru mirstība 1985.-1988.gados variēja 61.3-90.2% robežās. Novērtējot nārsta vietu izmantošanas pakāpi un ikru klājumu blīvumus, var secināt, ka Saulkrastu un Dunties nārsta vietas ir vienas no svarīgākajām Rīgas jūras līdī.

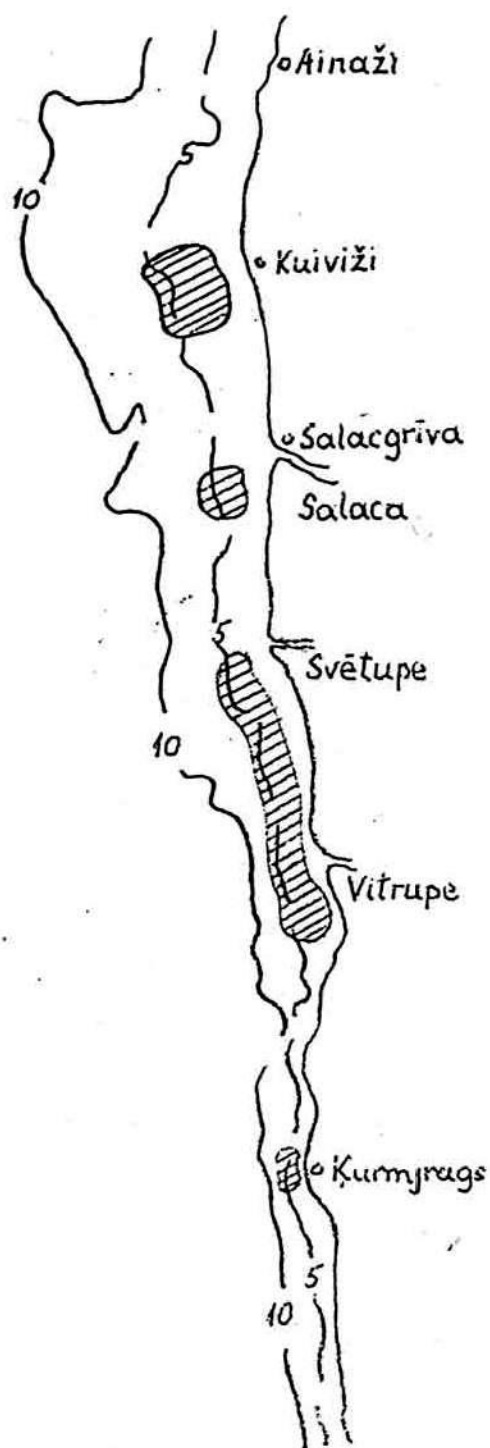
Ķurmjraga nārsta vieta atrodas Rīgas jūraslīča austrumu piekrastē pie Ķurmjraga 2 -6m dziļumā (5.attēls). Ikri te tika atrasti dažas reizes tikai 0.1km^2 platībā un tuvākajās vietās nārsts netika novērots. Domājams, ka ikru attīstība te norisinās sekmīgāk kā dienvidaustrumu piekrastē. Ikru mirstība divos gadījumos, kad ikri tika atrasti kāpuru izšķīlšanās stadijā, bija 21.9 un 68.2%. 2 -4m dziļumā te visvairāk sastopama *Fucus vesiculosus*, bet 4 -6m dziļumā *Furcellaria lumbricolis*.

Rīgas jūras līča austrumu piekrastē no Vitrupes līdz Ainažiem grunts pārsvarā ir akmeņaina, un uz tās pietiekošā daudzumā aug dažādas aļģes. Tāpēc te ir piemēroti apstākļi reņģu nārstam. Mēs atradām reņģes ikrus šīs piekrastes posma trijos rajonos (5.attēls). Vitrupes, Salacgrīvas un Kuivīžu nārsta vietās ir retāk sastopams *Fucus vesiculosus*, bet nārsta vietās dominējošās aļģu sugas ir *Furcellaria lumbricolis* un *Polysiphonia nigrescens*. Nārsts tika novērots dziļumā no 2 līdz 7m. Maksimālais ikru blīvums bija 590 tūkstoši uz 1m^2 . Nārsts uz grunts netika konstatēts. Diemžēl ikri tika atrasti tikai to attīstības sākuma stadijās, tāpēc mums nav datu par mirstības pakāpi kāpuru izšķīlšanās laikā. Tā kā ievāktajos paraugos ikru mirstība nepārsniedza 15%, var uzskatīt, ka šajās nārsta vietās embrionālā attīstība norisinās sekmīgāk nekā dienvidaustrumu piekrastē.

Piecdesmitajos gados pavasara nārsta reņģes nārsta vietu izplatījumu Rīgas jūras līdī pētīja L.Ļisivņenko (Лисивненко, 1957, 1963), dodot raksturojumu to lielākajai daļai. Dažu nārsta vietu pastāvēšanu L.Ļisivņenko paredzēja vietās, kurās tika noķerti reņģes kāpuri ar dzeltenuma maisiem.



4.attēls Saulkrastu un Duntē nārsta vietas (iesvītrotie laukumi) Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē (iekrāsotie laukumi nārsta vietās tika izmantoti visbiežāk)



5.attēls Ķurmjrags, Vitrupe, Salacgrīvas un Kuivižu nārsta vietas (iesvītrotie laukumi) Rīgas jūras līča austrumu plekrastē

Mūsu un L.Ļisivņenko datu salīdzināšana liecina, ka nārsta vietu izvietojums ir pastāvīgs, ko, acīm redzot, nosaka jūras grunts īpatnības, noteiktas straumes un ūdensaugu klātbūtne (1.attēls). Dažām nārsta vietām piecdesmitajos gados tika noteiktas platības. Tā Upesgrīvas, Mēsrāga, Engures, Ķurmjraga un kopīgi Saulkrastu un Dunties nārsta vietu platības bija attiecīgi 15, 10, 10, 15 un 20 km² (Лисивненко, 1957). Salīdzinot ar mūsu datiem, var redzēt, ka nārsta vietu platības ir ievērojami samazinājušās. Tas ir noticis tāpēc, ka dziļāk par 6-7m ir izzuduši ūdensaugi, un reņģe mūsdienās nārsto mazākos dziļumos tuvāk pie krasta (sk. tālāk).

Sakarā ar pavasarī nārstojošās reņģes nārsta vietu pastāvīgumu un to stāvokļa pasliktināšanos pēdējos gados ir nepieciešams veikt pasākumus, kuri nodrošinātu nārsta vietu saglabāšanu un aizsardzību. Nārsta vietu teritorijās un to tuvumā ir jāaizliedz jebkura rūpnieciska rakstura darbu veikšana, kā, piemēram, smilšu ieguve un grunts izgāztuvju ierīkošana. Sevišķi svarīgi ir saglabāt ūdensaugu segu, kas kalpo par nārsta substrātu pavasara nārsta reņģei. Galvenais iemesls augu izzušanai lielākos dziļumos ir Rīgas jūras līča piesārņošana. Tās rezultātā ir samazinājies ūdens caurspīdīgums un lielākos dziļumos aļģēm ir radušies nepiemēroti apgaismojuma apstākļi.

Jāatzīmē, ka veikto pētījumu rezultāti Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās liecina, ka tikai apsekošana visas nārsta sezonas garumā dod pilnvērtīgu priekšstatu par atsevišķam nārsta vietam un ikru attīstības sekmīgumu tajās. Tas ir tāpēc, ka atsevišķu reņģes baru nārsta laikā, iznērsto ikru aizņemtās platības, ikru blīvums un skaits kājumos, to attīstības sekmīgums stipri atšķiras. Nārsta sezonas laikā, reņģu dzimumproduktiem nevienmērīgi nobriestot, kā arī hidrometeoroloģisko apstākļu ietekmē, nārsta vietas tiek izmantotas vairākkārt un nevienmērīgi gan laikā, gan telpā. Ja pētījumi tiek veikti tikai atsevišķā nārsta periodā, ar iegūtajiem rezultātiem ir grūti raksturot visu nārsta sezonu. Pastāv atšķirības nārsta vietu izmantošanas pakāpē un ikru attīstībā starp atsevišķiem gadiem. Zemūdens darbu darbietilpība, laika apstākļu traucējumi ļauj veikt detalizētus pētījumus tikai nelielā piekrastes daļā. Par šādu pētījumu rajonu tika izvēlēta dienvidaustrumu piekraste, kur atrodas Saulkrastu un Dunties nārsta vietas. Par pārējām nārsta vietām ir iegūts daudz mazāk materiālu, sevišķi par tām, kas atradās tālu no mūsu bāzēšanās vietas Zvejnieciemā. Tāpēc nārsta vietu nozīmes novērtēšanai reņģes atražošanā izmantoti arī dati, kas

raksturo nārsta apstākļus Rīgas jūras līcī un reņģu kāpuru izplatības daudzgadīgās likumsakarības.

Tādejādi mūsu pētījumos Rīgas jūras līča Latvijas piekrastē konstatētas 10 reņģes nārsta vietas un noteiktas to izvietojuma robežas. Reņģes nārsta vietas ir pastāvīgas, ko nosaka jūras grunts īpatnības, noteikts straumju virziens un ūdensaugu klātbūtne. Salīdzinot ar piecdesmitajiem gadiem, nārsta vietas atrodas tajās pašās vietās, tomēr to platības ir ievērojami samazinājušās, jo dziļāk par 6-7m ir izzuduši ūdensaugi. Vislabvēlīgākie apstākļi ikrū attīstībai ir rietumu piekrastes nārsta vietās.

Baltijas reņģes nārsta gaitas un apstākļu raksturojums.

Rīgas jūras līcī nārstojošās Baltijas reņģes bars

Rīgas jūras līcī pavasarī nārstojošās reņģes bars sastāv no līča un jūras reņģes populācijām. Viss līča reņģes dzīves cikls norisinās Rīgas jūras līcī, un tikai daļai vecākās reņģes vasaras-rudens periodā ir raksturīgas barošanās migrācijas uz Baltijas jūras atklāto daļu. Jūras reņģe ierodas Rīgas jūras līcī tikai uz nārstu. Līča un jūras reņģes atšķiras viena no otras pēc izmēriem, augšanas ātruma un otolītu struktūras. Jūras reņģe, kas nārsto Rīgas jūras līcī, pieder vairākām populācijām no dažādiem Baltijas jūras atklātās daļas rajoniem. Jūras reņģe, kuras izmēri ir lielāki nekā līča reņģei, sāk nārstot pirmā, kad ūdens temperatūra un sāļums ir viszemākie. Nārsta gaitā tai pakāpeniski pievienojas līča reņģe, bet jūras reņģes daļa nārstojošā zivju barā samazinās, un nārsta sezonas beigās nārsto tikai līča reņģe (8.tabula).

8.tabula

Jūras reņģes daudzums (% pēc skaita) stāvvadu nozvejās
Rīgas jūras līcī 1985.-1988.gados.

Gads Jūras reņģes daudzums (%) mēneša nozvejās

	Aprīlis	Maijs	Jūnijs	Jūlijs
	3.dekāde	1.-3.dekādes	1.-3.dekādes	1.dekāde
1985		86.0	22.7	12.7
1986	100.0	51.6	7.7	
1987		73.6	27.4	10.5
1988		59.5	9.8	

Lielākā daļa reņģes (93%) sāk nārstot divu gadu vecumā, un tikai atsevišķas zivis viena gada vecumā. Trīs gadu vecumā jau visa līča reņģe piedalās nārstā, bet neliela daļa jūras reņģes nenārsto līdz piecu gadu vecumam. Nārsta gaitā abu populāciju zivju vecums samazinās, un nārstu

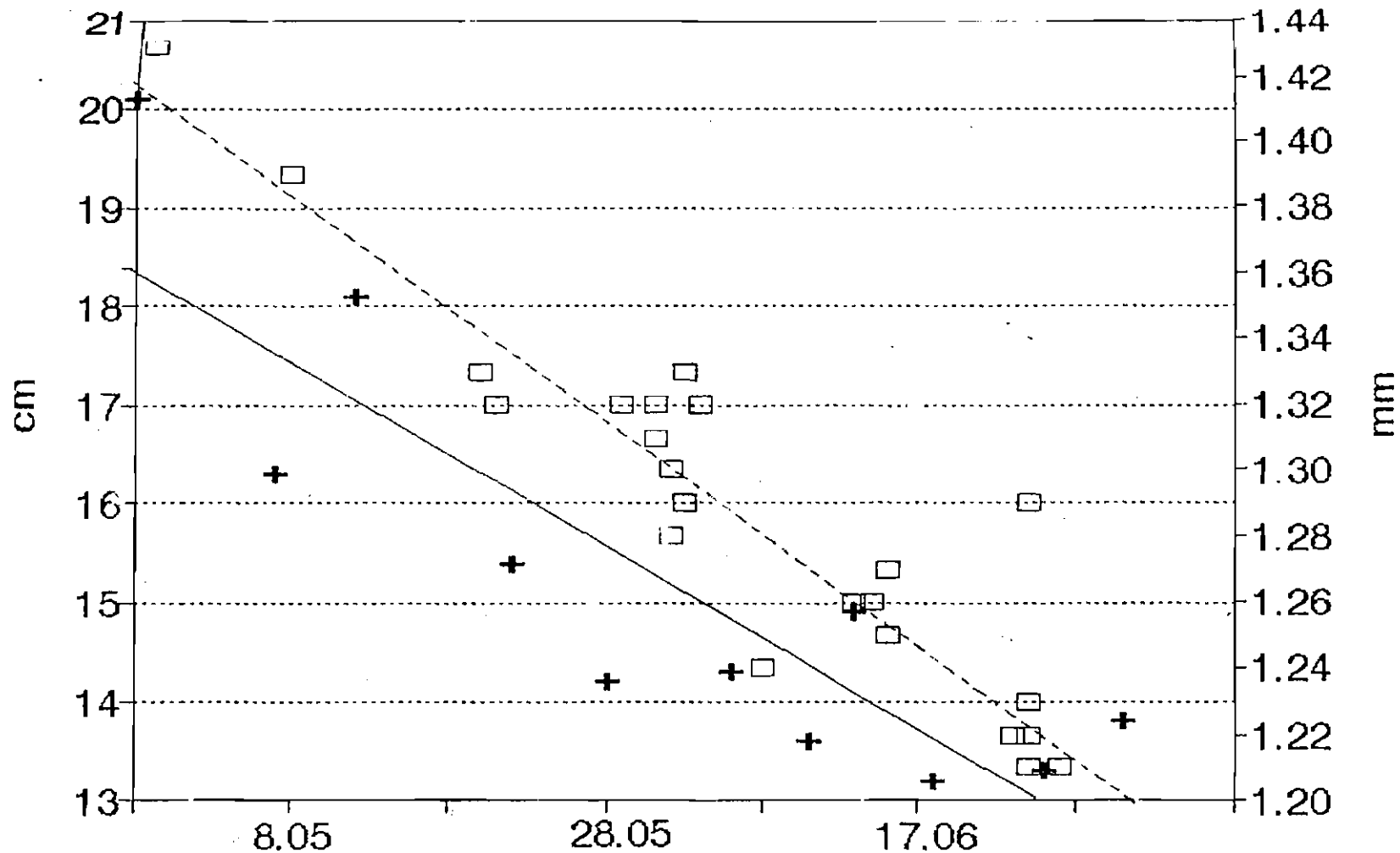
beidz līča reņģes jaunākās vecuma grupas. Nārsta gaitā samazinās arī nārstojošās reņģes izmēri. Starp nārsta laiku un reņģes izmēriem no stāvvalu nozvejām atrasta negatīva lineāra korelācija (6.,7.,8. attēli). Korelācijas koeficienti 1986. 1987. un 1988. gados ir attiecīgi -0.871, -0.965, -0.933. Par nārstojošās reņģes bara neviendabīgo sastāvu liecina arī reņģes garuma sadalījuma poligoni vecumā grupās, kas sastādīti maija mēnesī, kad abas populācijas ir apmēram vienādi pārstāvētas stāvvalu nozvejās (9. attēls).

Nārsta apstākļi. Temperatūra

Reņģes nārsts Rīgas jūras līdī tika novērots plašā ūdens temperatūras diapazonā: 3.5 -19.0°C. Gados ar vēlu pavasari nārsts sāktās, kad ūdens temperatūra bija 3.5 -4°C, bet gados, kad nārsts iesākās normālos termiņos (aprīļa beigās), ūdens temperatūra nārsta sākumā bija ap 6°C. Acīmredzot, Rīgas jūras līdī ūdens temperatūras apakšējā robeža nārsta uzsākšanai ir 3.5 -4°C. Nārsta laikā dienvidaustrumu piekrastē dažreiz ikru attīstības laikā ūdens temperatūra pazeminājās līdz 3°C. Tas notika gadījumos, kad stipra krasta vēja ietekmē ūdens temperatūra piekrastē strauji pazeminājās (10.,11.,12.,13. attēli).

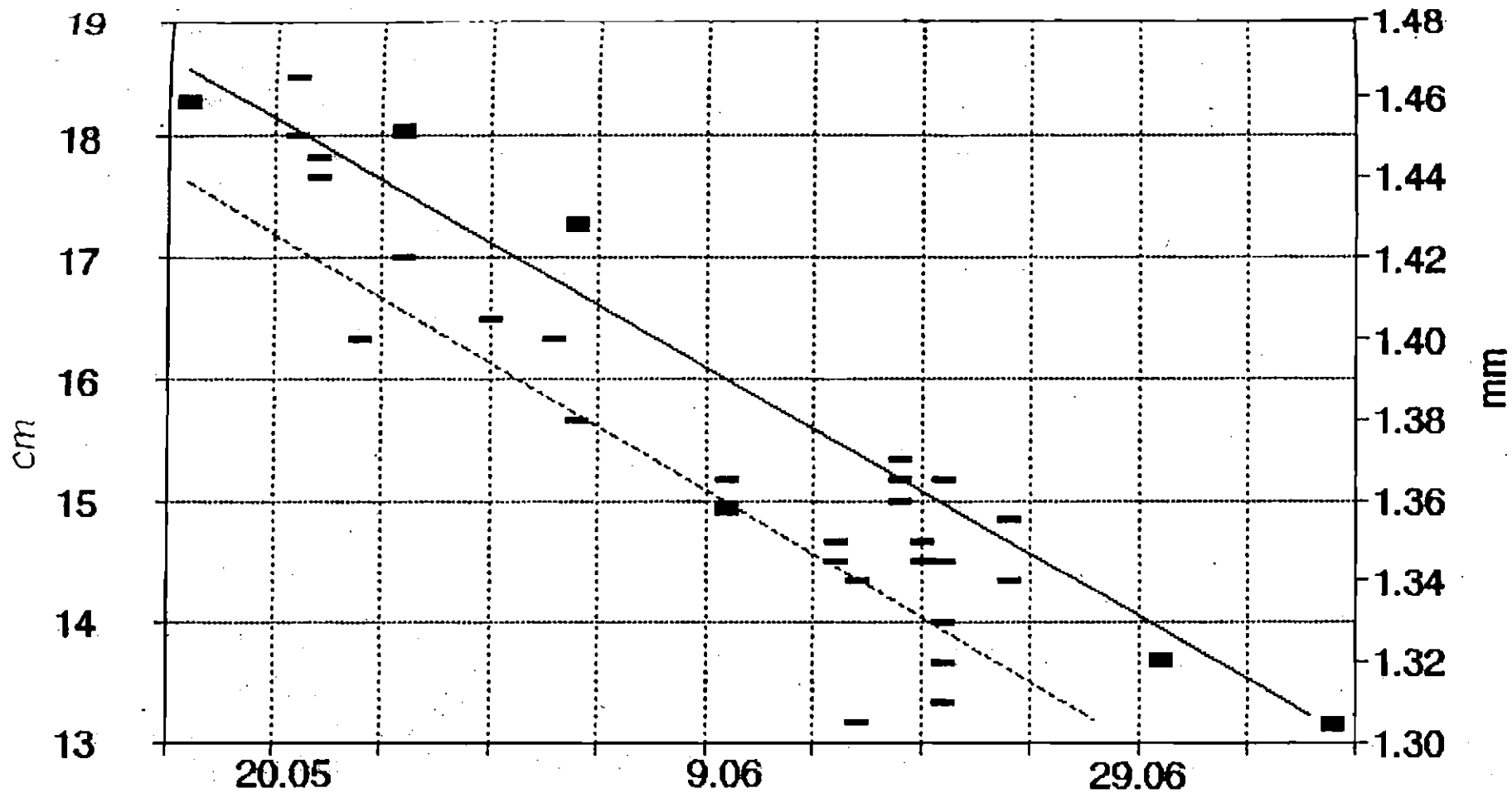
19°C bija augstākā ūdens temperatūra, kad (1988.gada 30.jūnijā) Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē tika novērots nārsts. Tik augsta ūdens temperatūra, kurā būtu noticis reņģes nārsts Rīgas jūras līdī vai Baltijas jūrā, nav atzīmēta nevienā publikācijā. Tā kā pieminētajā gadījumā visi ikri aizgāja bojā, var uzskatīt, ka šī temperatūra bija augstāka par to, kurā ikru attīstība norisinās normāli.

Ūdens temperatūra, kurā norisinās masveida nārsts un tiek iznērsts vislielākais ikru daudzums, bija atkarīga no nārsta sākuma laika. 1986. un 1988.gados, kad nārsts iesākās attiecīgi 29.aprīlī un 4 maijā, ūdens temperatūra masveida nārsta laikā svārstījās 9.5 -16.9°C robežās. 1986. gadā masveida nārsts ilga no 30.maija līdz 4.jūnijam, un ūdens temperatūra šajā periodā atradās 11.9 -13.5°C robežās (11. attēls). 1988. gadā masveida nārsts turpinājās ilgāk: no 23.maija līdz 6.jūnijam. Tas iesākās,

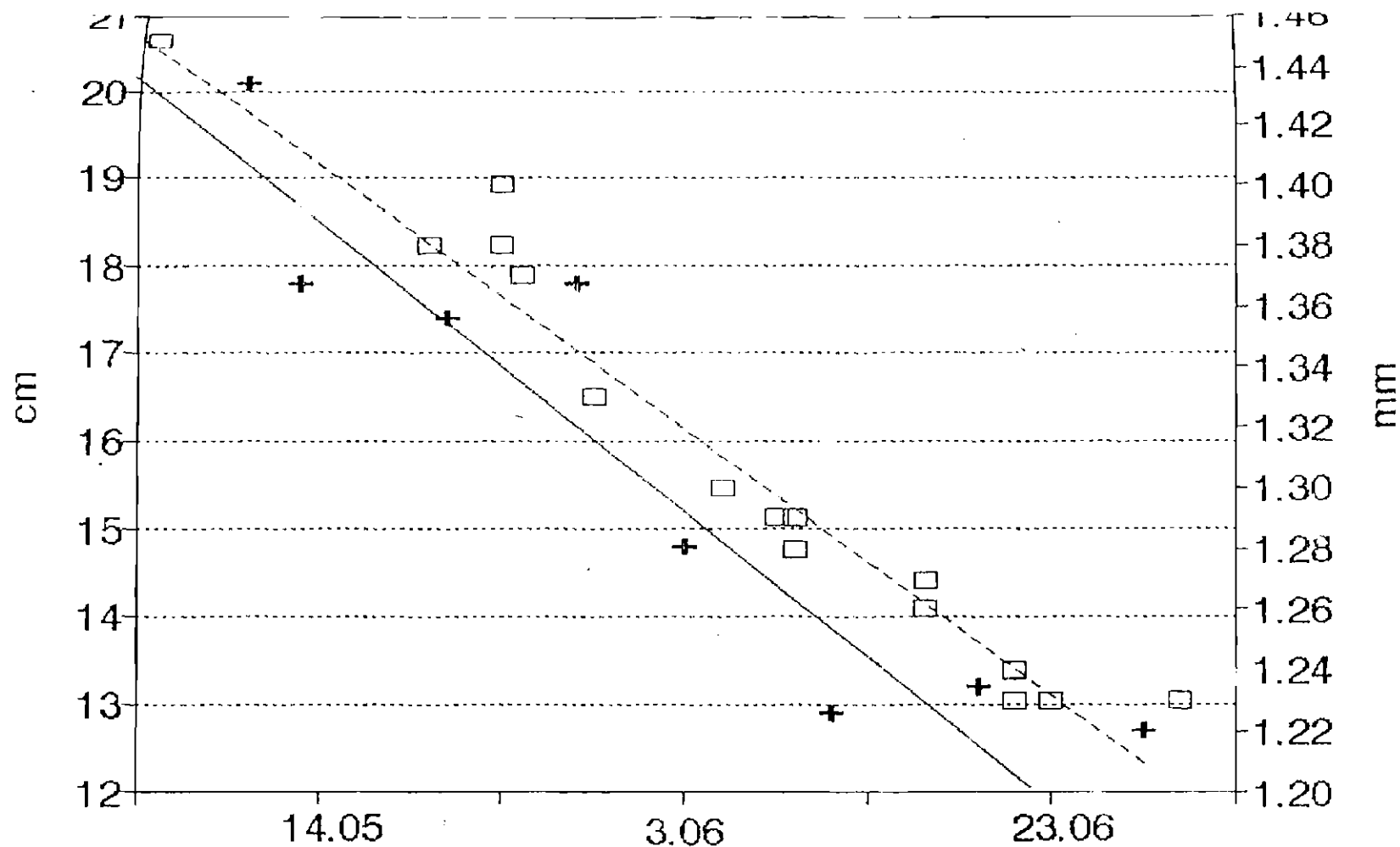


6.attēls Vidējie zivju (cm) un ikru (mm) izmēri dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās 1986.gadā

□ ikru izmērs + reņģes izmērs
 --- ikri — reņģe

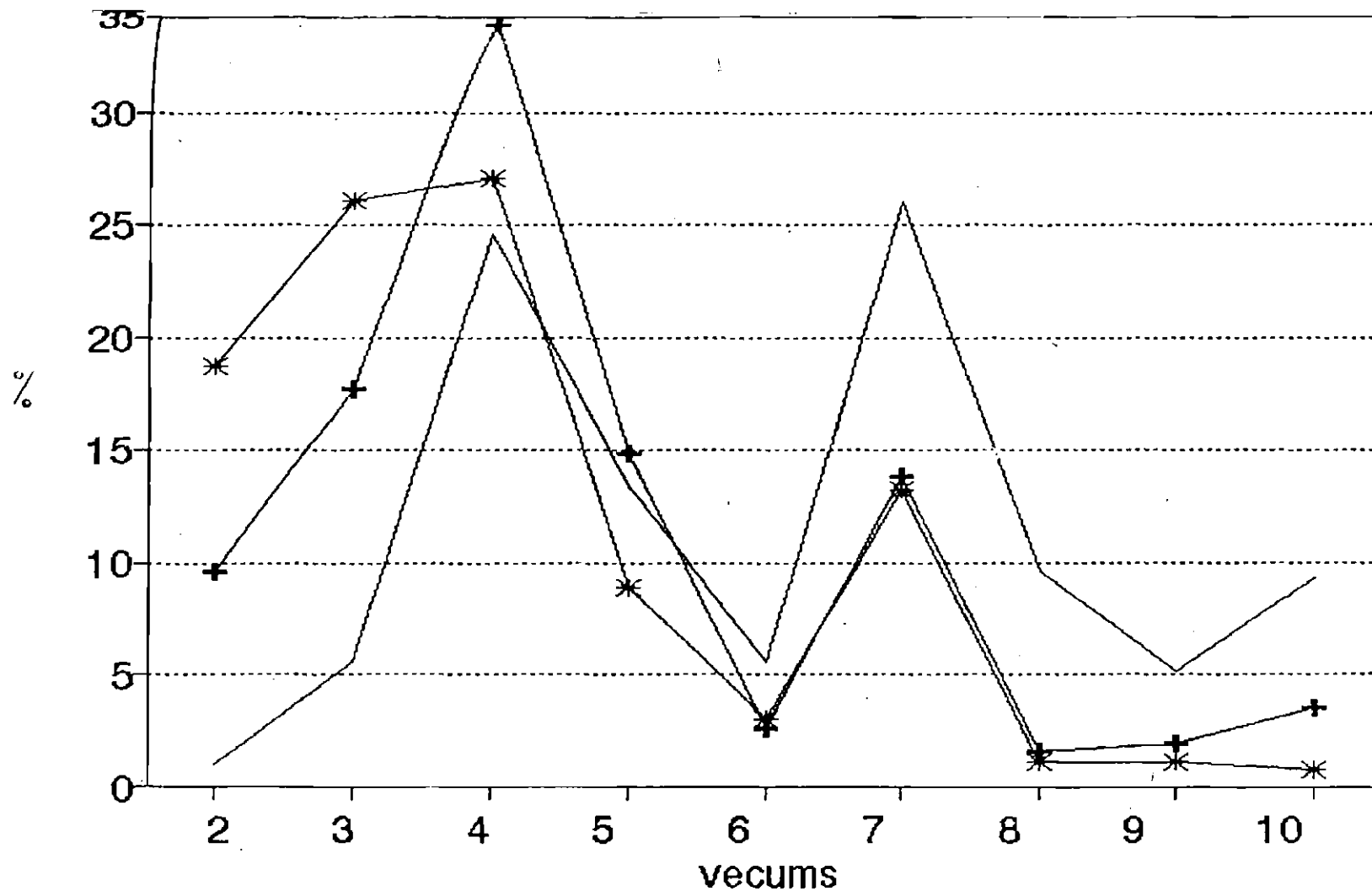


7.attēls Vidējais zivju (cm) un ikru (mm) izmēri dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās 1987.gadā. — ikru izmērs ■ reņģes izmērs
 ----- ikri, — reņģe



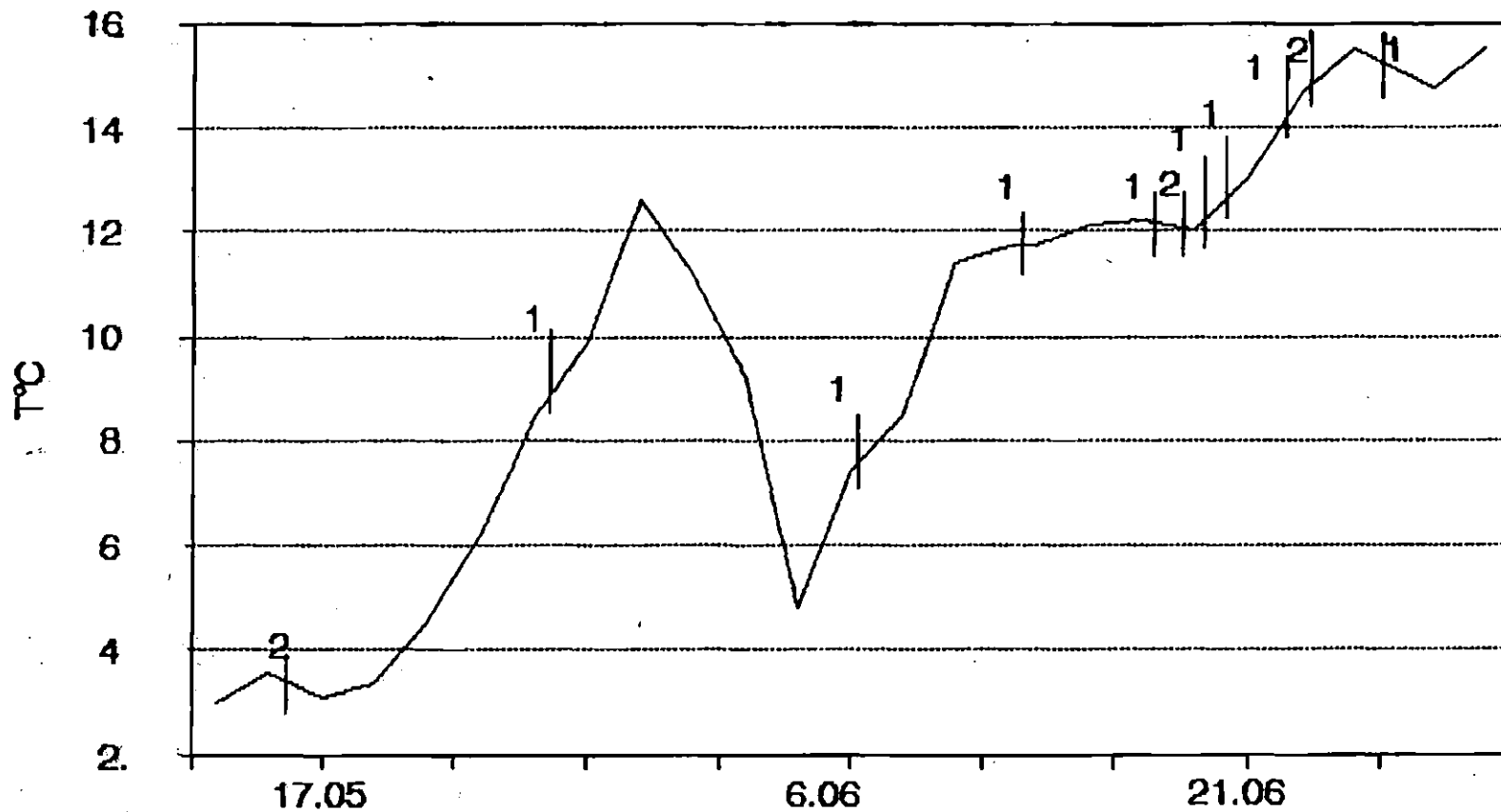
8.attēls Vidējie zivju (cm) un ikru (mm) izmēri dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās 1988.gadā

□ ikru izmērs + reņģes izmērs
 --- ikri — reņģe

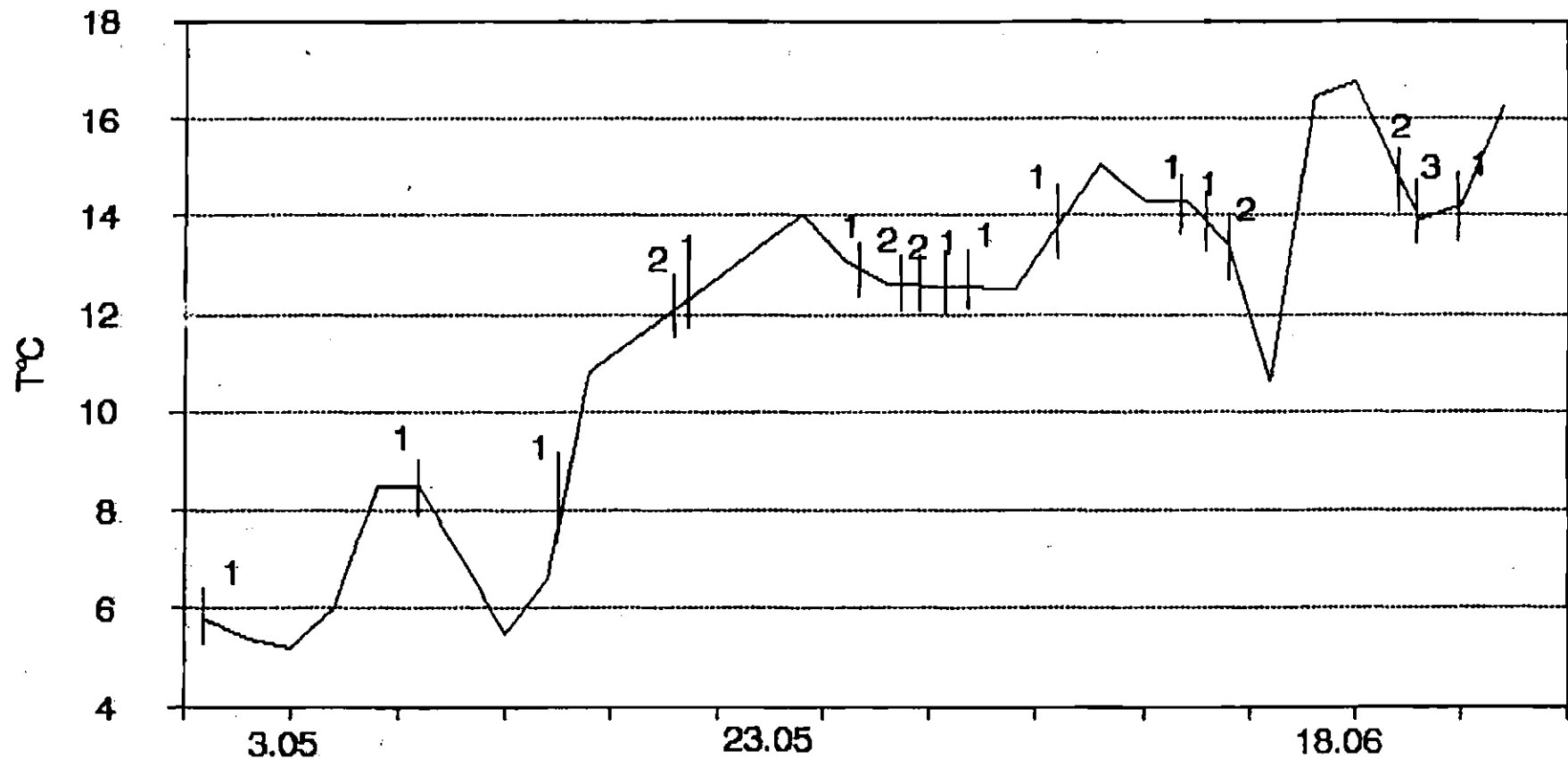


9.attēls Renģes nārsta bara vecuma sastāvs (%) nārsta sezonas laikā.

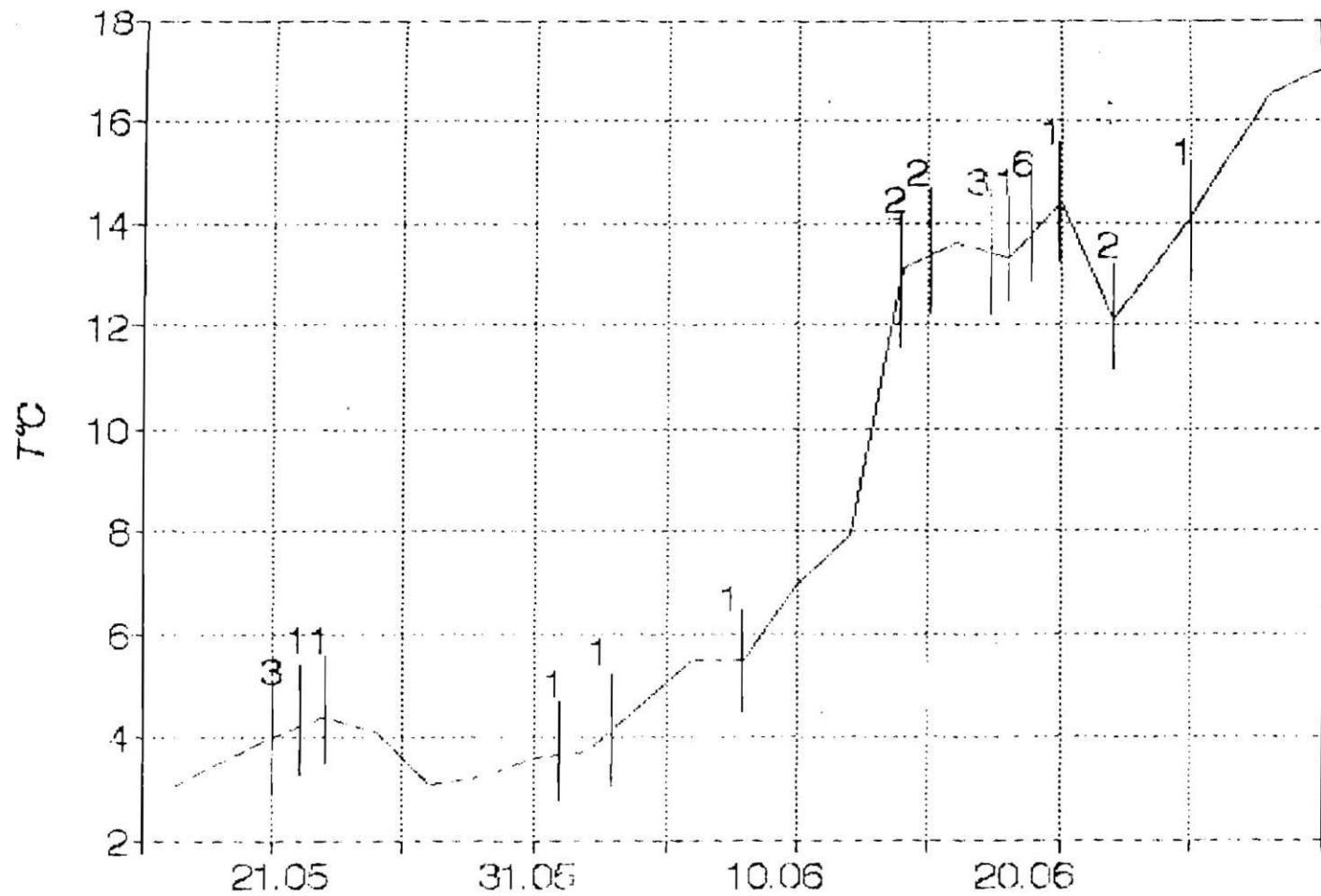
— aprīlis —+— maijs —*— jūnijs



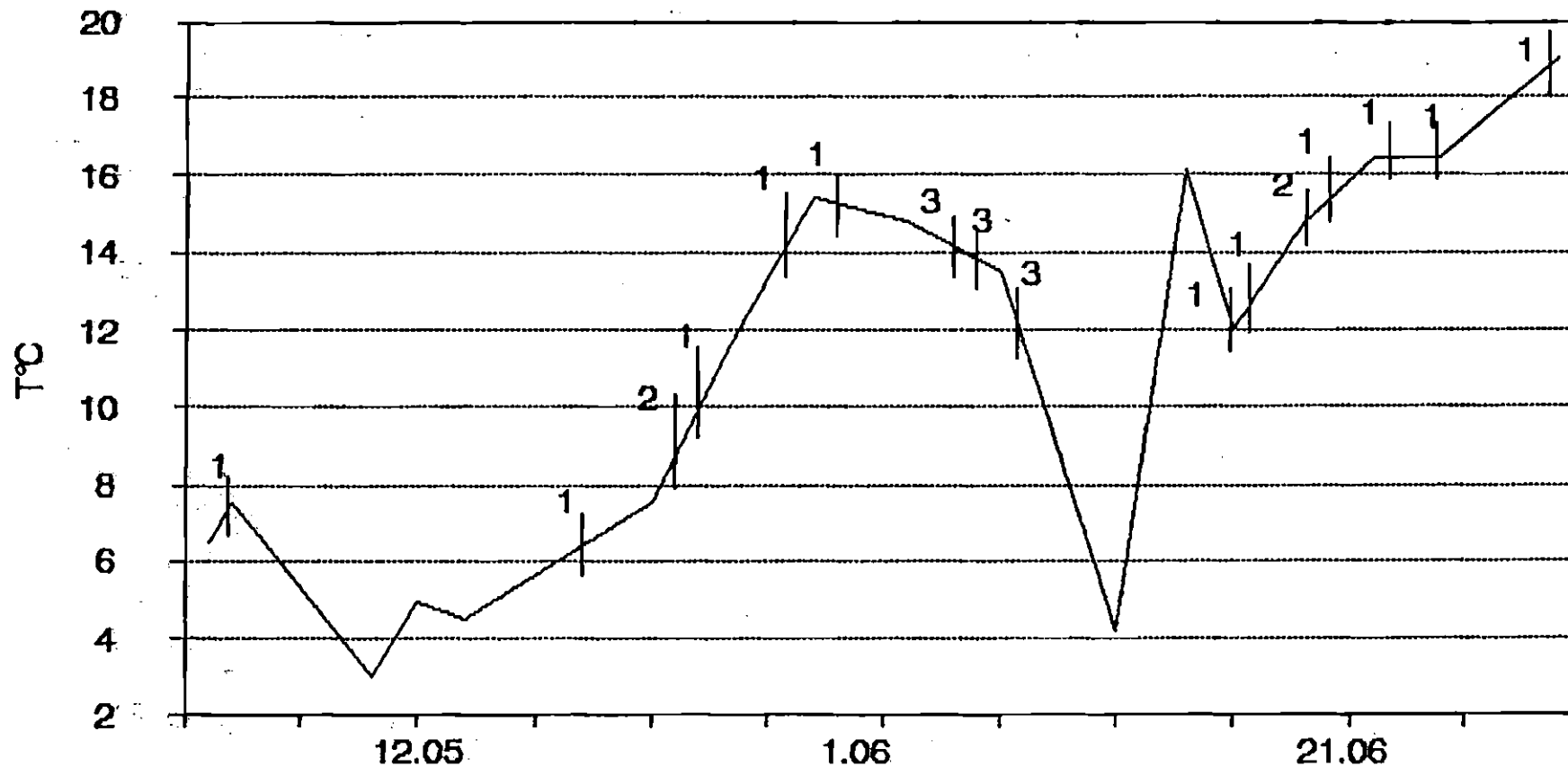
10.attēls Ūdens temperatūra un reņģes atsevišķo nārstu skaits pie dienvidaustrumu piekrastes 1985.gadā (vertikālie nogriežņi un skaitļi uz līknes norāda atsevišķo nārstu skaitu).



11.attēls Ūdens temperatūra un reņģes atsevišķo nārstu skaits pie dienvidaustrumu piekrastes 1986.gadā (vertikālie nogriežņi un skaitļi uz līknes norāda atsevišķo nārstu skaitu).



12.attēls Ūdens temperatūra un reģģes atsevišķo nārstu skaits pie dienvidaustrumu piekrastes 1987.gadā (vertikālie nogriežņi un skaitļi uz līknes norāda atsevišķo nārstu skaitu)



13.attēls Ūdens temperatūra un reņģes atsevišķo nārstu skaits pie dienvidaustrumu piekrastes 1988.gadā (vertikālie nogriežņi un skaitļi uz līknes norāda atsevišķo nārstu skaitu).

kad ūdens temperatūra bija 9.5°C. Laika posmā no 23. līdz 25.maijam tika novēroti 5 atsevišķi reņģes nārsti, ūdens temperatūrai šajā laikā pieaugot līdz 10.9°C. Maija beigās ūdens temperatūra piekrastē turpināja strauji paaugstināties, sasniedzot 16.9°C, bet nārsta aktivitāte samazinājās, un tikai divas reizes tika konstatēta jauna ikru nēršana. Kad jūnija sākumā ūdens temperatūra samazinājās līdz 13.5-14.5°C, nārsta aktivitāte pieauga, un mēs reģistrējām sešus nozīmīgus atsevišķus nārstus (13. attēls).

1985. un 1987.gados ar bargu ziemu un aukstu pavasari, kad nārsts sākās vēlu, masveida nārsts norisinājās nārsta sākumā, kad ūdens temperatūra bija 3.5 -4.0°C, bet 1985.gadā arī nārsta beigās, kad ūdens temperatūra bija 12.0 -15.5°C. Visos pētamā perioda gados visvairāk atsevišķu reņģes nārstu tika konstatēts tad, kad ūdens temperatūra bija 12.1 -16.0°C liela (9.tab.). Tomēr ir jāatzīmē, ka gados ar vēlu pavasari (1985.,1987. gadi), kad ūdens temperatūra nārsta sākumā bija 3.5 -4.0°C, gan atsevišķo nārstu platības, gan iznērsto ikru daudzumi nārsta sākumā bija daudz lielāki nekā nārsta otrajā pusē. Sevišķi daudz ikru nārsta sezonas sākumā tika iznērsts 1987.gadā, kas līdzinājās 3/4 no visā nārsta sezonā iznērsto ikru daudzuma.

9.tabula

Atsevišķo nārstu skaits dienvidaustrumu piekrastē dažādos ūdens temperatūras diapazonos.

Gads	Ūdens temperatūras diapazoni (°C)				Kopīgais atsevišķo nārstu skaits
	3.5-8	8.1-12	12.1-16	16.1-19	
1985	3	4	7		14
1986	1	2	21		24
1987	8		18		26
1988	2	8	12	3	25

Tādejādi reņģes nārsts Rīgas jūras līdī konstatēts 3.5-19°C diapazonā. Gados, kad bija vēls pavasaris un nārsts aizkavējās, reņģe sāka nārstot zemākā ūdens temperatūrā - 3.5-4°C, bet gados, kad nārsts iesākās

normālos termiņos, ūdens temperatūra bija 6°C. Visvairāk atsevišķu reņģes nārstu tika konstatēti tad, kad ūdens temperatūra bija 12.1-16°C liela.

Sāļums

Baltijas jūrā pavasara nārsta reņģe nārsto zema ūdens sāļuma apstākļos. Pēc Skultes meteoroloģiskās stacijas datiem 1985.-1987.gados Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē nārsta laikā sāļums svārstījās robežās no 1.76‰ līdz 6.49‰ (10.tab.). Sevišķi zems sāļums bija 1987.gada maija 3.dekādē, kad zemākā vērtība bija 1.76‰, bet vidēji maija beigās - 2.12‰.

Viszemākais sāļums ir nārsta sākumā pēc ledus kušanas un, kad ir augsts upju noteces līmenis. Kā atzīmē E.Ojaveers (Ojaveer, 1981) Rīgas jūras līcī viszemākā sāļuma apstākļos nārsto jūras reņģe, kuras ikri labāk apaugļojās un veiksmīgāk attīstījās nekā līča reņģei, kad to attīstība norisinājās zema sāļuma (1‰) apstākļos.

10.tabula

Sāļuma vērtību amplitūda nārsta laikā Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē.

Gads	Sāļums (‰)
1985	3.64 - 6.49
1986	3.82 - 6.47
1987	1.76 - 5.91

Dzīlums

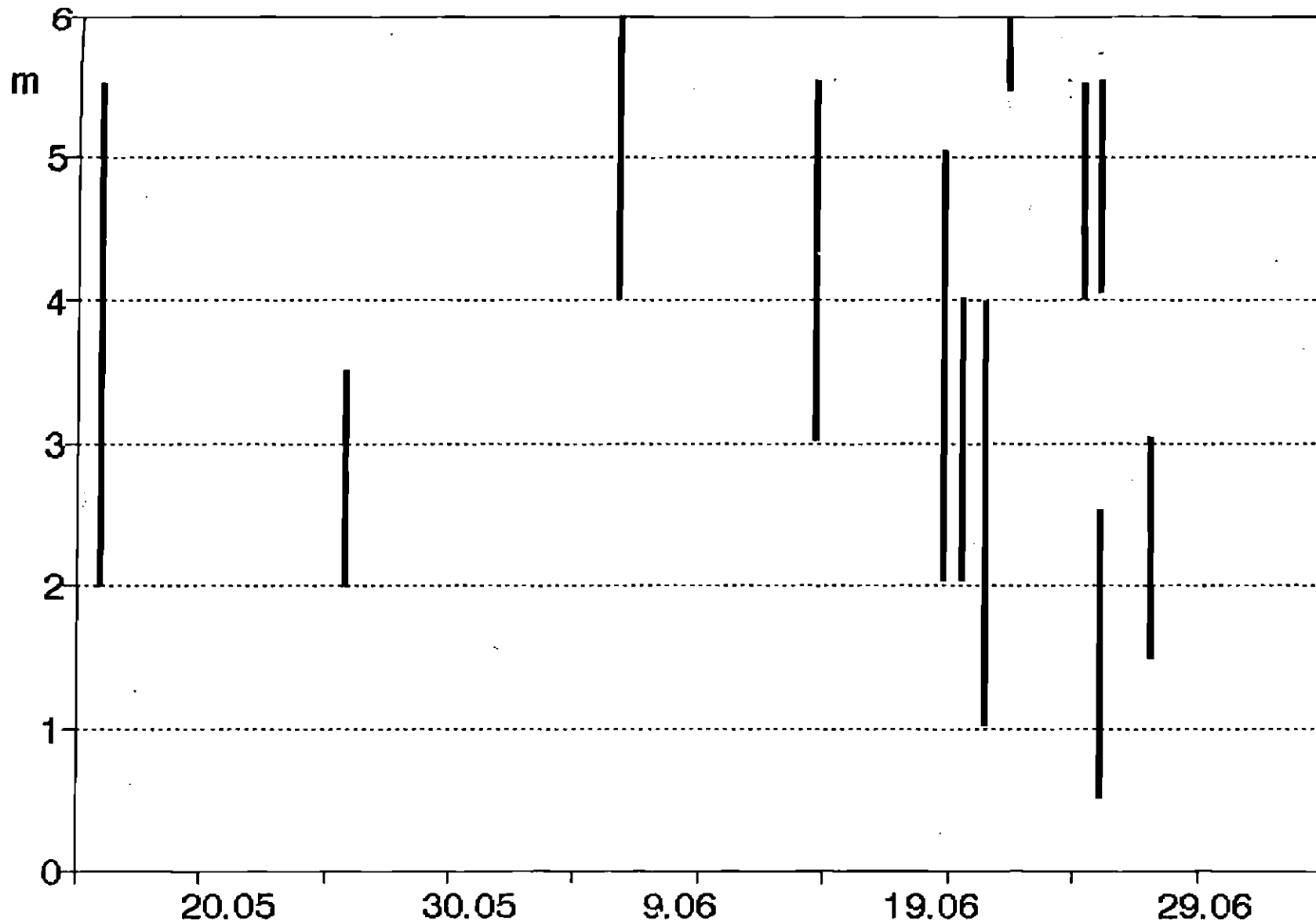
Rīgas jūras līcī Baltijas reņģes nārstu mēs konstatējam dzīlumā no 0.5 līdz 7.5m, bet dienvidaustrumu piekrastē līdz 6.5m. Reņģes nārsta dzīlums

bija saistīts ar ūdensaugu izplatības zonu, jo dziļāk aļģes netika atrastas. Mēs varam uzskatīt, ka Baltijas reņģe ir fitofila zivs. Salīdzinājumā ar piecdesmitajiem un sešdesmitajiem gadiem, mēs novērojam nārstu mazākos dziļumos. Piecdesmitajos gados ikri tika atrasti 3.8 -10.1m (Раннак, 1954) un 4.0 -14-15m dziļumā (Лисивненко, 1963). Tajā pašā laikā veiktie aļģu izplatības pētījumi Rīgas jūras līcī parādīja, ka aļģes auga vismaz līdz 12m dziļumam (Киреева, 1960). No tā var secināt, ka nārsta vietu sašaurināšanās notikusi ūdensaugu izzušanas dēļ dziļāk par 6-7m. Dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās, kuras atrodas līča vispiesārņotākajā daļā, jau 5 -6m dziļumā ūdensaugu daudzums ir ļoti neliels, parasti sastopami tikai atsevišķas, mazas aļģu kopas vai arī to pavisam nav. Tikai līča rietumu piekrastē ikri tika atrasti līdz 7.5m dziļumam, kur nelielā daudzumā bija sastopamas arī aļģes.

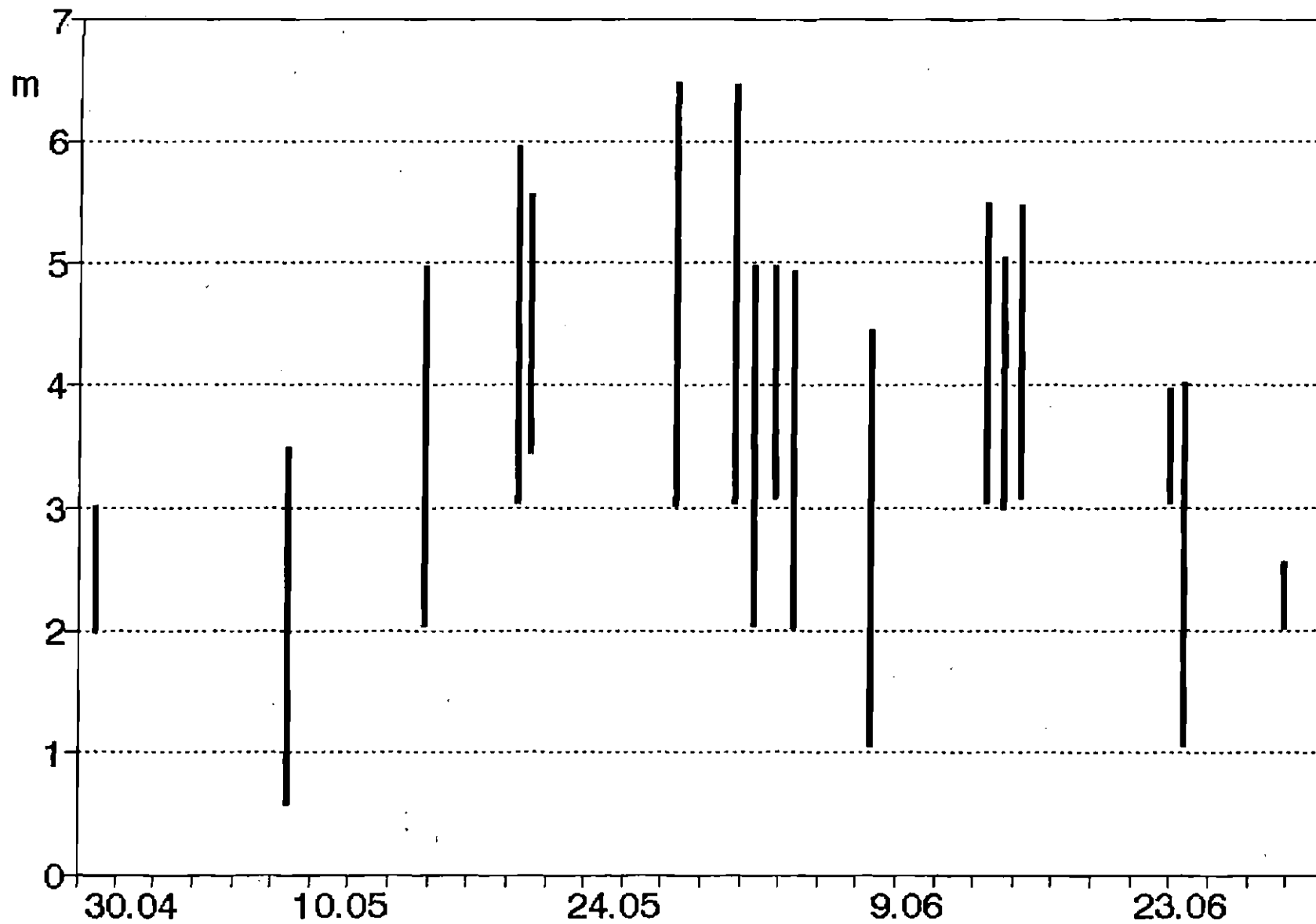
Par svarīgu reņģes pielāgošanos tika uzskatīta nārsta pārvietošanās no mazākiem uz lielākiem dziļumiem, kad nārsta gaitā paaugstinājās ūdens temperatūra (Лисивненко, 1963; Раннак, 1970). L.Раннака (Раннак, 1971) uzskatīja, ka tādejādi ikri attīstījās optimālā ūdens temperatūrā un tika novērsta liela ikru daudzuma iznēršana ierobežotās platībās. Reņģes nārsta dziļuma analīze saistībā ar nārsta laikiem un ūdens temperatūru neuzrādīja nārsta dziļuma atkarību no šiem faktoriem (14.,15.,16.,17. attēli). To apstiprina arī atsevišķo nārstu dziļumi, kad ikri tika iznērsti vienā dienā, bet dažādos dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietu iecirkņos (11.tab.).

Nārsta sezonas beigās atsevišķo nārstu skaits parasti pieauga, taču nārstojošās reņģes bari un iznērsto ikru daudzumi bija stipri mazāki nekā nārsta sākumā vai vidū. Par to liecina gan atsevišķo nārstu platības, gan dziļumu intervāli vietām, kuras aizņēma iznērstie ikri. Kā izņēmums jāmin 1985.gads, kad nārsta sezonas beigās notika intensīvs nārsts, ko var izskaidrot ar to, ka nārstā piedalījās ražīgā 1983.gada reņģes paaudze, kura divu gadu vecumā nārstā iesaistījās vēlāk par citām vecuma grupām.

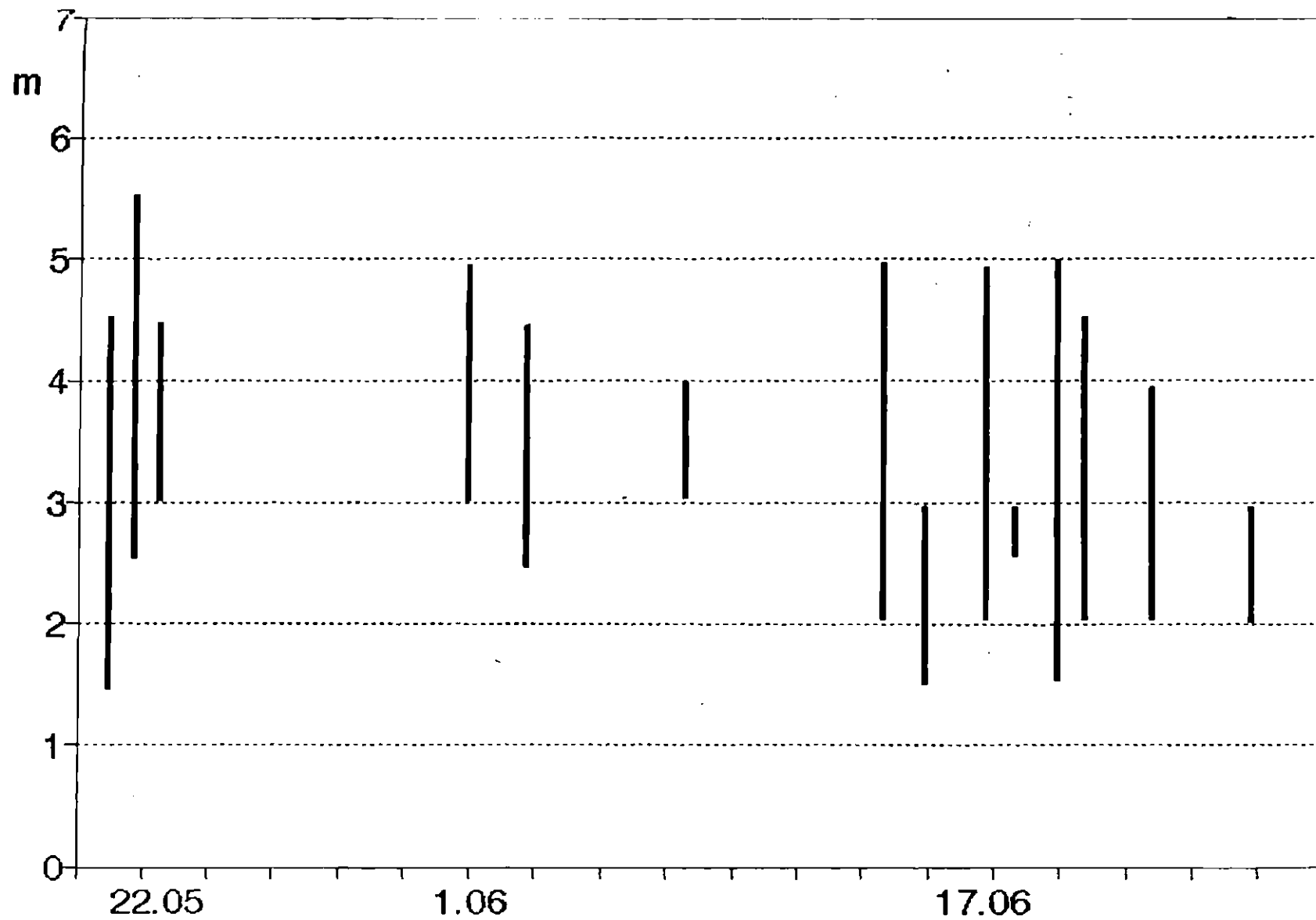
Lai gan atsevišķos gados netika novērota nārsta pārvietošanās uz dziļumu atkarībā no ūdens temperatūras, tomēr, ja salīdzinām nārsta vidējās ūdens temperatūras un vidējos dziļumus 1985.-1988.gados, var ievērot tendenci, ka gados ar augstāku ūdens temperatūru reņģe nārsto lielākos dziļumos tālāk no krasta (12.tab.).



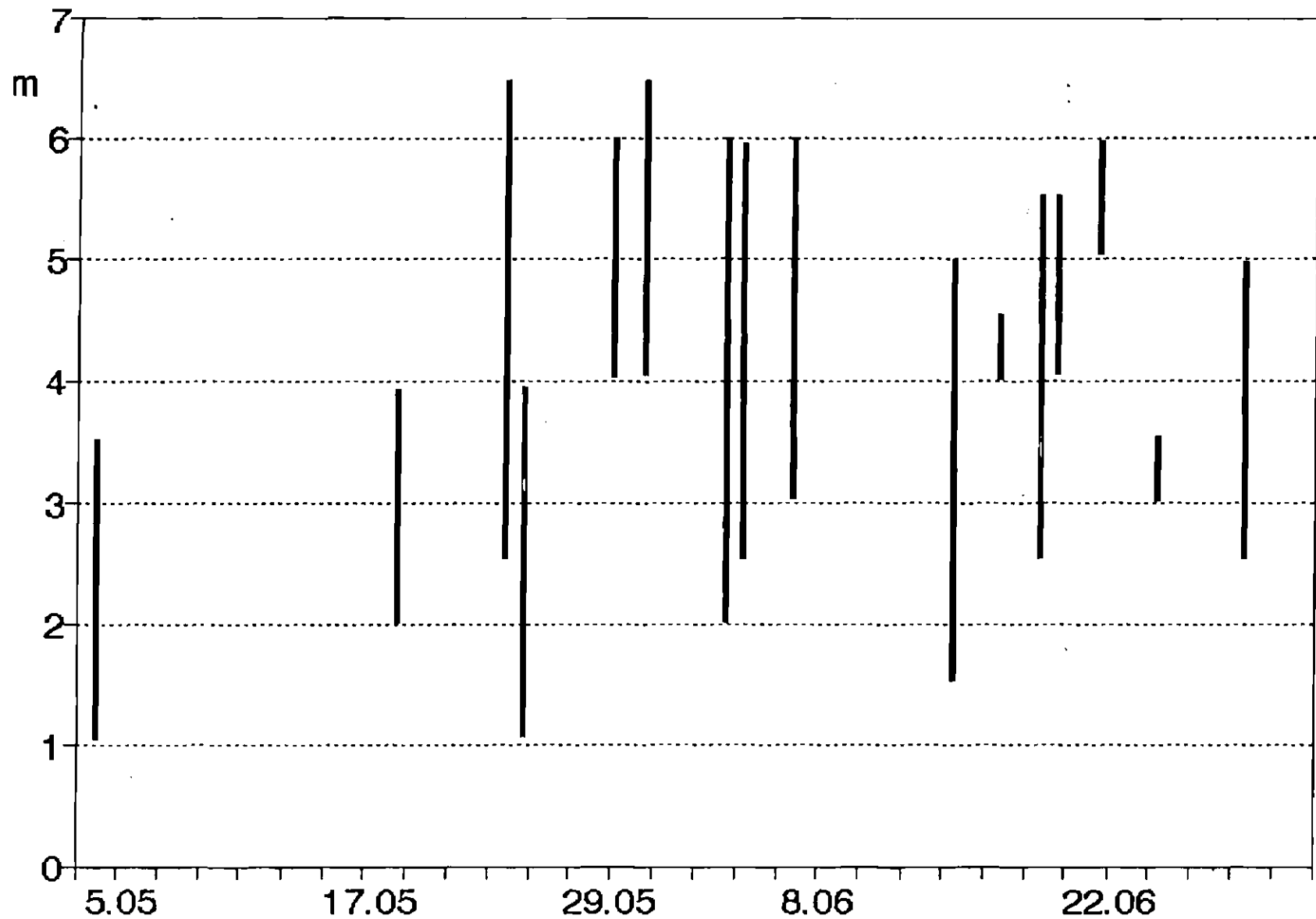
14.attēls Atseviško nārstu dzilumi (m) dienvidaustrumu piekrastē 1985.gadā.



15.attēls Atsevišķo nārstu dziļumi (m) dienvidaustrumu piekrastē 1986.gadā.



16.attēls Atseviško nārstu dziļumi (m) dienvidaustrumu piekrastē 1987.gadā.



17.attēls Atsevišķo nārstu dzilumi (m) dienvidaustrumu piekrastē 1988.gadā.

11.tabula

Dienvidastrumu piekrastē dažādos gados vienā dienā notikušo
atsavišķo nārstu dziļumi.

Gads	Datums	Atsavišķo nārstu skaits	Atsavišķo nārstu dziļumu intervāli (m)					
			1	2	3	4	5	6
1985	16.05	2	2.5-5.5	2.0-3.0				
	20.06	2	2.0-4.0	1.0-3.0				
	25.06	2	4.0-5.5	0.5-2.5				
1986	21.05	2	4.0-5.0	3.0-6.0				
	1.06	2	3.0-4.0	3.0-6.5				
	2.06	2	3.0-4.0	3.0-6.5				
	16.06	2	5.0-5.5	3.0-4.0				
	24.06	2	3.0-4.0	3.0-4.0				
	25.06	3	1.0-3.0	3.0-4.0	3.0-4.0			
1987	21.05	3	1.5-4.5	2.0-4.0	2.0-4.5			
	14.06	2	2.0-3.0	2.5-5.0				
	15.06	2	2.0-3.0	1.5-2.5				
	17.06	3	2.5-5.0	2.0-3.0	3.0-4.0			
	19.06	6	3.5-4.5	1.5-2.0	3.0-4.5	2.0-4.5	2.5-4.5	3.5-5.0
	22.06	2	2.0-3.0	2.0-4.0				
1988	24.05	2	2.5-6.5	3.5-5.0				
	5.06	3	2.5-5.5	2.0-4.0	3.0-6.0			
	6.06	3	2.5-5.0	3.0-6.0	3.0-6.0			
	8.06	3	3.0-4.5	5.0	6.0			
	20.06	2	2.5-3.5	4.5-5.5				

12.tabula

Vidējā ūdens temperatūra un vidējais nārsta dziļums dienvidaustrumu piekrastē 1985.-1988.gados

Gads	Nārsta vidējā ūdens temperatūra (°C)	Nārsta vidējais dziļums (m)
1985	9.7	3.5
1986	11.5	3.6
1987	7.9	3.1
1988	11.0	4.4

Tādejādi reņģes ikri tika atrasti 0.5-7.5 m dziļumā. Salīdzinājumā ar piecdesmitajiem gadiem, reņģe nārsto mazākos dziļumos, jo dziļāk ir izzuduši ūdensaugi. Netika konstatēta nārsta pārvietošanās no mazākiem uz lielākiem dziļumiem, kad nārsta gaitā paaugstinājās ūdens temperatūra.

Grunts un substrāts.

Rīgas jūras līcī nārsta vietu grunts ir akmeņaina vai dolomīta (Kauguru nārsta vieta), uz kuras aug ūdensaugi. Reņģes ikri, galvenokārt, tika atrasti uz ūdensaugiem, taču dažas reizes ikri tika novēroti arī uz akmeņiem, uz kuriem nebija aļģu. Reņģes nārsts uz smiltīm vai dūņām netika novērots, bet par šāda substrāta izmantošanu Pērnavas līcī ziņo T.Raids (Paņģ, 1989). Galvenās aļģu sugas, uz kurām Rīgas jūras līcī atradām reņģes ikrus, bija sārtaļģes - *Furcellaria lumbricolis*, *Polysiphonia nigrescens*, *Ceramium tenuicorne*; brūnaļģes - *Fucus vesiculosus*, *Sphacellaria arctica*; zaļaļģes - *Cladophora rupestris*, *Cl. glomerata*. Ūdensaugu suga, kas bija skaitā lielākā kādā nārsta vietas rajonā, parasti bija galvenais nārsta substrāts. Šādu ainu mēs novērojam dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās. Šajā rajonā visizplatītākā aļģe ir *Fucus vesiculosus*. 1987.gadā no 26 atsevišķajiem nārstiem 18(69%) reizes ikri tika atrasti uz šī ūdensauga, 8(31%) reizes uz furcelārijas *Furcellaria lumbricolis*, 8(31%) reizes uz *Cladophora glomerata* un 11(42%) reizes uz citām aļģu sugām. 1988.gadā tika novēroti 25 atsevišķi

nārsti - no tiem 18(72%) gadījumos uz *Fucus vesiculosus*, 15(60%) uz *Furcellaria lumbricolis*, 13(52%) uz *Cladophora glomerata* un 9(36%) uz citām aļģēm. Notikušās izmaiņas izskaidrojamas ar to, ka šajos gados nārsta vietās bija atšķirīgi apstākļi. Sakarā ar to, ka 1988.gadā nārsts norisinājās vidēji lielākā dziļumā nekā 1987.gadā (sk. 12.tab.), vairāk par nārsta substrātu tika izmantota furcelārija *Furcellaria lumbricolis*, jo tā, galvenokārt, sastopama 4-5m dziļumā, kur arī visvairāk norisinājās nārsts 1988.gadā. 1988.gadā šajās nārsta vietās tika novērota aļģes *Cladophora glomerata* masveida attīstība, kura bija sastopama gan uz akmeņiem, kas tai bija tās parastais substrāts iepriekšējos gados, gan arī uz citiem makrofitiem- aļģēm *Fucus vesiculosus* un *Furcellaria lumbricolis*. Tādēļ 1988.gadā ikri uz šīs aļģes tika atrasti biežāk nekā 1987.gadā. Tādējādi ūdensaugu izvēle un izmantošana ir atkarīga no noteiktu aļģu sastopamības nārsta vietās.

Tādējādi reņģe ir fitofila zivs, kuras ikri tika atrasti, galvenokārt, uz ūdensaugiem. Iznērsto ikru vairāk bija vietās, kur vairāk ūdensaugu un uz tiem ūdensaugiem, kuri dotajā vietā bija pārsvarā pār citām sugām. Tas sakrīt ar novērojumiem reņģei citos Baltijas jūras rajonos (Scabell, Jonsson, 1988), kā arī Klusā okeāna silķei (Душкина, 1988). Piecdesmitajos gados novērotā parādība, ka reņģe labprātāk nērš ikrus uz sārtaļģēm, sevišķi uz *Furcellaria lumbricolis*, un retāk uz brūnaļģēm (Раннак, 1954, 1958; Писивненко, 1963), mūsu pētījumos netika konstatēta.

Atsevišķo nārstu platības un iznērsto ikru blīvumi

Mūsu pētījumu areālā atsevišķo nārstu platības svārstījās no dažiem desmitiem kvadrātmetru līdz 300 tūkstošiem m². Kopīgā iznērsto ikru platība un reņģes nārsta aktivitāte Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē parādīta 13.tabulā.

Gados, kad nārsts iesākās vēlū, kopīgā nārsta platība bija mazāka nekā gados, kad nārsts iesākās normālos termiņos. 1987.gadā arī atsevišķo nārstu vidējā platība ir daudz mazāka nekā citos gados. Tāpat kā nārsta dziļumu (sk. 12.tabulu), arī nārsta platību nosaka ūdens temperatūra.

Paaugstinoties vidējai ūdens temperatūrai, palielinās kā nārsta vidējais dziļums, tā arī kopīgā nārsta platība.

Kā redzams no 13.tabulas, ikru vidējie blīvumi (ikru daudzums uz $1m^2$) atsevišķiem gadiem ir stipri atšķirīgi. Šis atšķirības nosaka gan nārsta apstākļi, gan reņģes nārsta gaitas īpatnības. Vēl vairāk šie rādītāji atšķirās atsevišķiem nārstiem. Ikru skaits uz $1m^2$ variēja no 1 tūkstoša līdz 2654 tūkstošiem. Visaugstākie ikru blīvumi konstatēti gadījumos, kad reņģe iznēsa ikrus uz nelielām pavedierveida aļģēm, kuras zem lielā ikru svāra tika piespiestas pie akmeņiem un izveidojās blīvi 1-1.5cm biezi ikru "paklāji". Aplūkojot šādus ikru klājumus uz akmeņiem, ūdensaugus nevarēja saskaņīt, un tie tika konstatēti tikai apstrādājot paraugus laboratorijā. Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē šāds nārsts tika novērots 1986.gadā 4 reizes, 1987.gadā 1 reizi un 1988.gadā 2 reizes.

13.tabula

Reņģes nārsta raksturojums Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē 1985.-1988.gados.

Gads	Atsevišķo nārstu skaits	Kopīgais ikru daudzums $\times 10^6$	Kopīgā nārsta platība (km^2)	Vidējā atsevišķa nārsta platība (km^2)	Vidējais ikru daudzums uz $1m^2$
1985	14	224921	1.48	0.106	151974
1986	24	925278	1.88	0.078	492169
1987	26	697722	1.16	0.045	601484
1988	25	796276	2.61	0.104	305087

Reņģes nārsta pētījumi dienvidaustrumu piekrastes divās nārsta vietās parādīja, ka dažas nārsta vietu daļas tiek izmantotas biežāk, un tajās nārsta sezonas laikā ikrus var atrast vairākkārtīgi (līdz 3 reizēm). Citos nārsta vietu rajonos ikri tika atrasti retāk, vēl citos tikai atsevišķos gados (sk. 4. attēlu). Pie Ziemeļamerikas krastiem Klusā okeāna silķei nārsta vietas atrodas noteiktās vietās, un tiek izmantotas katru gadu (Outram, 1955), bet ir

konstatēts, ka dažiem rajoniem tiek dota priekšroka (Taylor, 1964). Uz līdzīgu nārsta vietu izmantošanu Rīgas jūras līcī norāda stāvvadu novietošana stingri noteiktās vietās. Zvejnieki uzskata, ka pat neliela kļūdīšanās stāvvada izvietojumā, var būtiski ietekmēt nozveju apjomus. Tas norāda uz to, ka nārsta vietu noteikto vietu nosaka gan grunts piemērotība un ūdensaugu klātbūtne, gan arī attiecīgajā piekrastes rajonā raksturīgās straumes un grunts reljefs, kas ietekmē reņģes pienākšanu nārsta vietām.

Parasti reņģe nērš ikrus vietās, kurās neatrodas iznērsti ikri no agrāka nārsta. Reņģes nārsts vietās, kur atradās iepriekš iznērsti ikri tika novērots 1985.gadā 21.4% gadījumu (n=14), 1986.gadā - 8.3% (n=24), 1987.gadā - 11.5% (n=26), 1988.gadā - 12% (n=25). Tomēr šajos gadījumos iznērsto ikru blīvumi nebija lieli un neveidojās daudzslāņu klājumi, kā tas raksturīgs Atlantijas silķei, kad vecākos ikrus apklāj svaigi iznērstu ikru slānis (Baxter, 1971). Parādība, kad reņģe nērš ikrus vietās, kurās jau atrodas iznērsti ikri, apmēram tik pat bieži tika novērota arī nārsta vietās Baltijas jūrā pie Rīgenas salas (Scabell, Jonsson, 1988). Somu jūras līcī atkārtots nārsts tika novērots tikai tādas vietās, kur bija saglabājušies iepriekšējā nārsta beigtie ikri (Oulasvirta et al, 1983).

Tādejādi mēs konstatējam, ka, salīdzinājumā ar piecdesmitajiem gadiem, ir ievērojami pieauguši iznērsto ikru blīvumi, un bieži ir sastopami daudzslāņu ikru klājumi, kas agrāk reņģei nebija raksturīgi. Atsevišķo nārstu platības un iznērsto ikru daudzumi tajos ir stipri atšķirīgi. Kopīgā nārstu platība un atsevišķo nārstu vidējā platība ir mazākas gados ar vēlāku pavasarī un zemu ūdens vidējo temperatūru.

Nārsta laiks un ilgums

Pavasarī nārstojošās reņģes nārsts Rīgas jūras līcī ilgst vidēji divus mēnešus - no aprīļa beigām līdz jūlijā sākumam. Nārsta laiki var mainīties atkarībā no hidrometeoroloģiskajiem apstākļiem. 1985.-1988.gadu periodā nārsta sākums bija atkarīgs no ziemas bardzības un ūdens temperatūras pirmsnārsta periodā (14.tabula). 1985. un 1987.gados pēc bagām ziemām

nārsts iesākās vēlāk nekā parasti un nekā 1986. un 1988.gados, kad tas iesākās optimālos termiņos.

14.tabula

Laika apstākļi ziemas un pirmsnārsta periodā 1985.-1988.gados.

Gads	Gaisa mīnus temperatūru summa ziemā Rīgā	Vidējā ūdens temperatūra aprīlī (°C)
1985	854	0.1
1986	532	0.9
1987	849	-0.2
1988	268	0.4

Nārsta termiņiem un ilgumam ir liela nozīme reņģes normāla atražošanas procesa nodrošināšanā. Barga ziema un tai sekojošs auksts pavasaris aizkavē reņģes dzimumproduktu attīstību, aizkavējas nārsts, ikru un, galvenokārt, kāpuru attīstība norisinās nelabvēlīgos apstākļos, kas izraisa paaugstinātu mirstību šajās attīstības stadijās.

Rīgas jūra līdī nārsts parasti agrāk sākas pie rietumu un dienvidu krastiem, kur agrāk izkūst ledus un sasilst ūdens. Par to liecina reņģes stāvvadu zvejas ātrāka iesākšanās šajos rajonos. Līča dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās 1985.-1988.gadu periodā nārsts iesākās laikā no 29 aprīļa līdz 21.maijam (15.tabula). Pēc vietējo zvejnieku ziņām, kuri vairāk par 30 gadiem izvieto stāvvadus šajā rajonā, nārsta reņģes bari parasti neierodas ātrāk par 25.aprīli. Dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās novērojama nārsta ilguma atkarība no nārsta sākuma laikiem - jo vēlāk iesākas nārsts, jo tas ir īsāks (15.tabula).

15.tabula

Reņģes nārsta laiks un ilgums Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē 1985.-1988.gados.

Gads	Nārsta sākums	Nārsta beigas	Nārsta ilgums (dienas)
1985	16.maijs	27.jūnijs	43
1986	29.aprīlis	27.jūnijs	61
1987	21.maijs	25.jūnijs	36
1988	4.maijs	30.jūnijs	58

Pēdējā ikru nēršana 1985.-1988 gados dienvidaustrumu piekrastēs nārsta vietās konstatēta jūnija pēdējā dekādē, periodā no 25. līdz 30. jūnijam. Salīdzinot ar nārsta sākumu, nārsta beigu laiki atšķiras daudz mazāk. Acīm redzot, iestājoties piemērotiem temperatūras apstākļiem, reņģes dzimumprodukti spēj ātri nobriest. Tas ir viens no iemesliem, kāpēc gados ar bargām ziemām, kad nārsts iesākas vēlu, tas beidzas tajos pašos termiņos kā gados, kad tas iesākas parastos laikos. 1987.gadā nārsts iesākās par trim nedēļām vēlāk nekā parasti. Spriežot pēc ikru atradnēm, nārsts ilga tikai 36 dienas, kas ir attiecīgi par 25 un 22 dienām mazāk nekā 1986. un 1988.gados.

Nārsta vietu apsekošana 1987.gadā turpinājās līdz 9.jūlijam, taču pēc 25.jūnija ikri vairs netika atrasti. Jūnija pēdējās piecās dienās un jūlija sākumā reņģes nozvejas ar stāvvalu, kas atradās nārsta vietu rajonā, samazinājās un tajās varēja atrast tikai dažas "tekošas" zivis. No 26.jūnija līdz 7.jūlijam vidējā dienas nozveja bija 1.26 t, bet iepriekšējā periodā kopš 20.maija tā bija 4.55 t liela, maksimāli 16 t dienā. Otrs cēlonis, kas izsauc nārsta ilguma samazināšanos gados, kad nārsts iesākas vēlāk nekā parasti, ir tas, ka daļa zivju nenārsto šajos gados. Gados ar bargām ziemām un nārsta aizkavēšanos pasliktinās zivju fizioloģiskais stāvoklis, kas negatīvi ietekmē dzimumproduktu kvalitāti. 1987.gadā uz to norādīja paaugstinātais neapaugloto ikru skaits nārsta vietās, mātīšu lielais daudzums, kurām bija rezorbēti ikri, kā arī ikru atlīmēšanās gadījumi nārsta vietās (sk. nodaļu "Apaugļošana").

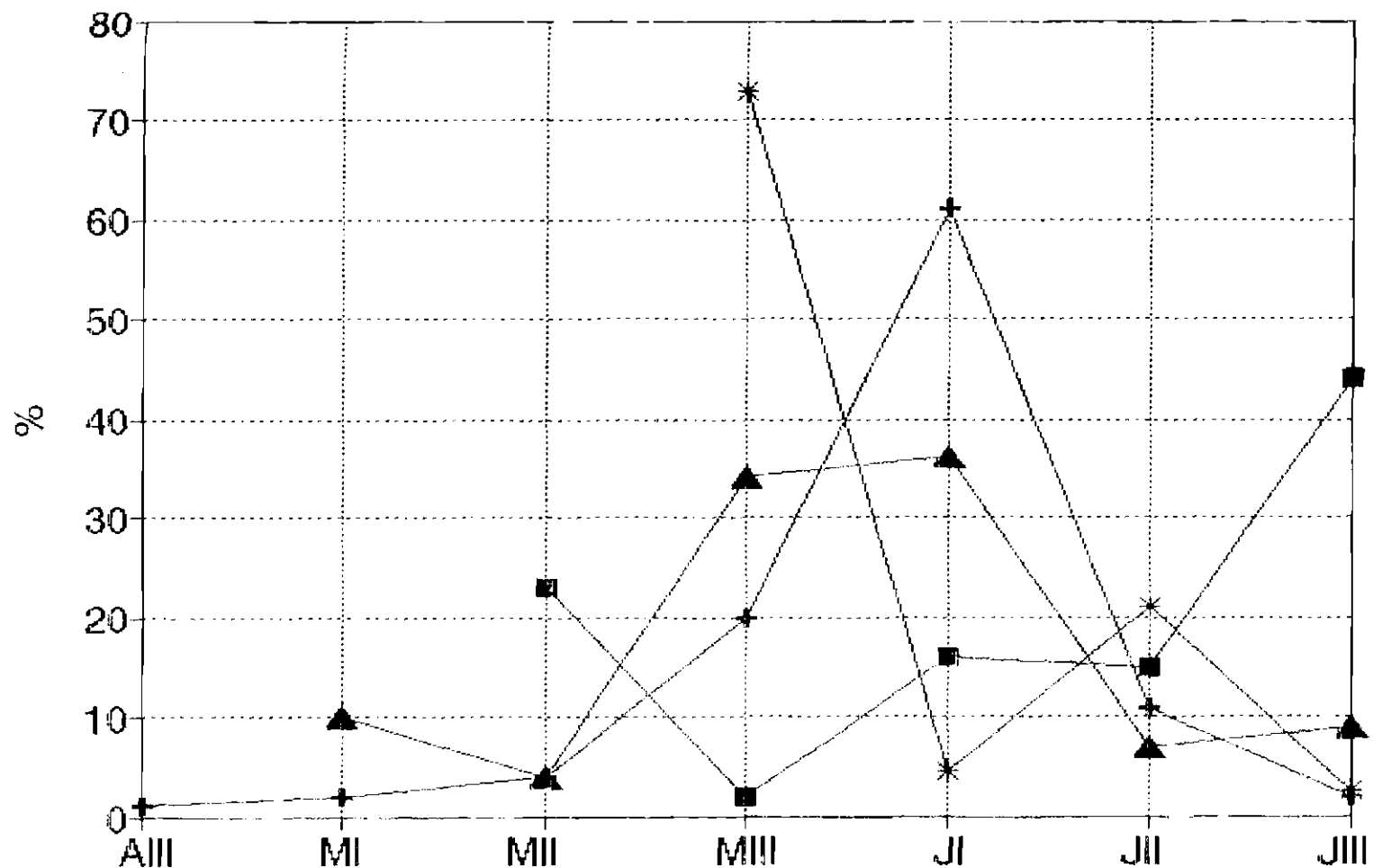
Pēc nesien iznērstu ikru atradnēm, kad bija iespējams precīzi noteikt to attīstības ilgumu, varēja konstatēt, ka reņģe nārsto naktī vai agri no rīta. Tikai vienu reizi mēs novērojām nārstu dienā, kad bija saulains laiks. Reņģes nārsta uzvedību zem ūdens akvalangistiem neizdevās novērot, jo bija slikta redzamība. Tikai dažas reizes varēja redzēt nelielus zivju bariņus. Nārsts notika 2-4 m dziļumā. No laivas varēja bieži novērot virs ūdens izlēcošas zivis.

Tādejādi 1985.-1988.gados nārsta ilgums dienvidaustrumu piekrastē variēja no 36 līdz 61 dienai. Visā Rīgas jūras līcī nārsta ilgums ir 1.5-2.5 mēnešu robežās. Nārsta ilgums ir atkarīgs no nārsta sākuma laika, bet tas savukārt no hidrometeoroloģiskajiem apstākļiem ziemā un pavasarī. Nārsts iesākas vēlāk un tas ir īsāks gados pēc bargām ziemām un vēliem pavasarim. Atšķirības starp nārsta beigu termiņiem atsevišķos gados ir nelielas.

Nārsta gaitas dinamika

Nārsta gaitas dinamika tika pētīta Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās. Par nārsta intensitātes kritēriju kalpoja iznērsto ikru daudzums šī rajona divās nārsta vietās. 1985.-1988.gadu periodā nārsta intensitāte laikā atšķīrās (18. attēls). Gados, kad nārsts iesākas parastos laikos, tā maksimums tika novērots nārsta sezonas vidū. Tādejādi 1986.gadā nārsta kulminācija bija jūnija sākumā, bet 1988.gadā maija beigās un jūnija sākumā. 1985. un 1987.gados, kad nārsts iesākas vēlāk nekā parasti, vislielākais reņģes daudzums iznārstoja nārsta sezonas sākumā vai beigās. Acīmredzot, atšķirības masveida nārsta laikos gados ar dažādu nārstu sākumu ir pamatā tam, kāpēc netika atrastas sakarības starp masveida nārsta laikiem un ūdens siltuma krājumiem ziemas un pirmsnārsta periodos (Евтюхова, Берзиньш, 1983).

Domājams, ka gadiem, kad nārsts iesākas vēlāk nekā parasti, ir raksturīgi maksimumi nārsta sezonas sākumā. To var izskaidrot ar pakāpenisku nārstam gatavu zivju uzkrāšanos, kuras gaida piemērotu ūdens temperatūras apstākļu izveidošanos nārsta vietās. Jo vairāk aizkavējas



18.attēls Iznērsto ikru daudzums (% no kopējā skaita) Rīgas jūras līča

dienvidaaustrumu piekrastē 1985.-1988.gadu mēnešu dekādēs

■ 1985.gads + 1986.gads * 1987.gads ▲ 1988.gads

A-aprīlis, M-maijs, J-jūnijs; I,II,III- mēneša dekādes

nārsts, jo lielāks zivju daudzums var iesākt nārstu tā sākumā. Te nozīme ir tam faktam, ka nārstu iesāk jūras reņģe, kura barojas un pavada ziemošanas periodu Baltijas jūras atklātajā daļā, kur pat bargās ziemās apstākļi ir daudz maigāki nekā kontinentālākajā Rīgas jūras līcī. Tāpēc pēc bargām ziemām jūras reņģes dzimumprodukti nogatavojas ātrāk nekā Rīgas jūras līcī iestājas piemēroti apstākļi nārstam.

Gadījumos, kad reņģes nobriešana notiek sinhroni ar labvēlīgu nārsta apstākļu rašanos, nārsta intensitāte pieaug pakāpeniski, sasniedzot maksimumu nārsta sezonas vidū, kad Rīgas jūras līcī nārsto gan jūras, gan līča reņģes. Gadiem, kad nārsts notiek vēlāk nekā parasti, ir raksturīgi arī maksimumi nārsta beigās, kas norāda uz līča reņģes masveida nārstu. Tā kā novērojumu periodā nārsta barā visvairāk bija 1983.gada ražīgās paaudzes zivju, tad 1985.gadā divu gadu vecumā tā pamatā nārstoja nārsta sezonas beigās, kam atbilst maksimums jūnija trešajā dekādē, bet 1987.gadā četru gadu vecumā šīs paaudzes zivis nārstā iesaistījās attiecīgi agrāk, jūnija otrajā dekādē.

Svarīgākais faktors, kas nosaka reņģes nārstu, ir ūdens temperatūra. Pēc mūsu novērojumiem zemākā ūdens temperatūra, pie kuras reņģe uzsāk nārstu, ir 3.5-4°C. Nārsta intensitātes salīdzinājums dažādos gados un ūdens temperatūras apstākļi to laikā parāda, ka 1986.gadā, kad bija visvairāk iznērsto ikru un nārsta intensitāte vienmērīgi pieauga līdz maksimumam jūnija sākumā un vēlāk pakāpeniski samazinājās, netika novērotas krāsas ūdens temperatūras svārstības nārsta vietās, kā arī tā nebija augstāka par 17°C. Tikai samērā lēnā ūdens sasilšana nārsta sākumā bija par iemeslu zemajai nārsta intensitātei šajā periodā.

Ūdens temperatūras krasa samazināšanās un tās saglabāšanās zemā līmenī izsauc nārsta aktivitātes krišanos. Tā 1987.gada maija beigās un jūnija pirmajā dekādē, kad bija ļoti zema ūdens temperatūra, attiecīgi arī reņģe nārstoja pasīvi (12. attēls). Ūdens temperatūras samazināšanās 1988.gada maija un jūnija otrajās dekādēs izsauca atbilstošu reņģes nārsta pārtraukumu (13. attēls). Parasti šie procesi nenotiek sinhroni. Nārsta aktivitāte atjaunojās tikai pēc dažām dienām pēc tam, kad ūdens temperatūra nārsta vietās bija pacēlusies. Piemēram, 1987.gadā ūdens temperatūra sāka paaugstināties 8.jūnijā, bet nārsts atsākās 14.jūnijā.

Temperatūras apstākļus nārsta vietās pavasarī lielā mērā nosaka vēja virziens dotajā rajonā. Vājš un mērens vējš no jūras sekmē temperatūras

apstākļu stabilitāti un neaizkavē reņģes nārsta baru pienākšanu nārsta vietās. Turpretī krasta vējš ātri aizdzen no krasta silto ūdeni, un pat, ja vēja stiprums ir tikai 2-3 balles, ūdens temperatūra samazinās līdz 3-4°C, kas izraisa nārsta aktivitātes samazināšanos (16.tabula, 10.-13. attēli). Veļainos gados ūdens temperatūra nārsta vietās nepārsniedz 16-17°C robežu, kas ir augšējā robeža veiksmīgai ikru attīstībai, termoklīns atrodas dziļi, un ūdens temperatūra ir piemērota nārstam plašā ūdens slānī (Ojaveer, Simm, 1975).

Domājams, ka reņģes baru sadalījums nārsta vietās ir atkarīgs no dominējošo vēju virziena. Acīm redzot, tā ir svarīga reņģes pielāgošanās nārstam temperatūras apstākļos, kas nodrošina sekmīgu ikru attīstību. Pārvietojoties vienā virzienā ar vēju, pirmsnārsta bari pienāk tajās nārsta vietās, kurās šis vējš ir jūras vējš un, kā bija teikts iepriekš, nodrošina labvēlīgus nārsta un embrionālās attīstības apstākļus. Krasta vējš izsauc ūdens temperatūras un attiecīgi nārsta aktivitātes samazināšanos. Līdzīgas parādības tika novērotas nārsta vietās dienvidaustrumu piekrastē, kad ūdens temperatūra samazinājās krasta vēja (austruma virziena) iedarbībā (16.tabula, 9.-12. attēli).

Rīgas jūras līcī maijā un jūnijā dominē ziemeļrietumu virziena vēji (Берзиньш, 1989), kas izpaudās arī 1985.-1988. gados (17.tabula).

Ņemot vērā augstāk minēto reņģes nārsta baru sadalījuma atkarību no vēja apstākļiem, var secināt, ka austrumu piekrastes nārsta vietas ir svarīgākās Rīgas jūras līcī pēc iznērsto ikru daudzuma. Nārsta vietu apsekošanas darbietilpība neļauj noteikt visu iznērsto ikru daudzumu Rīgas jūras līcī un tā sadalījumu pa atsevišķām nārsta vietām. Tomēr dienvidaustrumu piekrastē, kā arī Kauguru nārsta vietā līča dienvidos, ikri tika atrasti biežāk nekā līča rietumu piekrastē. To apstiprina arī reņģes kāpuru vidējie daudzumi dažādos līča rajonos - visaugstākās kāpuru koncentrācijas tika novērotas gar līča austrumu un dienvidaustrumu piekrasti (Трайбеpra, 1979).

16.tabula

Reņģes nārsts Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē atkarībā no vēja un ūdens temperatūras 1988.gada jūnijā

Datums	Vēja virziens	Ūdens temperatūra °C	Atsevišķo nārstu skaits
4	ZA	14.1	
5	DA	13.8	3
6	ZR	13.5	3
7	A	10.5	
8	ZA	9.3	3
9	ZA	7.5	
10	Z	5.9	
11	ZA	4.2	
12	ZR	9.0	
13	DR	12.6	

17.tabula

Vēja dominējošais virziens 1985.-1988.gadu nārsta sezonu laikā

Mēnesis	Dekāde	Vēja virziens			
		1985	1986	1987	1988
Maijs	I	DA	Z	ZR	ZR
	II	Z,ZR	DR	DR	Z
	III	ZR,Z	DR,Z	Z	ZR
Jūnijs	I	ZR,Z	A	D	ZR
	II	ZR	ZR	D	ZR
	III	ZR	ZR	DR	ZR

Tādejādi no nārsta sākuma laika ir atkarīga nārsta gaitas dinamika. Gados, kad nārsts iesākas normālos termiņos, iznērsto ikru maksimums ir novērojams nārsta sezonas vidū, bet gados, kad nārsts iesākas vēlāk nekā parasti, visvairāk ikru tiek iznērsts nārsta sākumā. Nārsta intensitāti nosaka temperatūras apstākļi nārsta vietās, bet to savukārt lielā mērā vēja apstākļi. Stiprs vai ilgstošs krasta vējš ievērojami pazemina ūdens temperatūru un pārtrauc nārstu. Labvēlīgus temperatūras apstākļus nārstam un ikru attīstībai nodrošina jūras vējš, tāpēc atkarībā no Rīgas jūras līcī nārsta laikā valdošajiem ziemeļrietumu vējiem reņģe vairāk nārsto līča austrumu piekrastē. Līdzīgs sadalījums nārsta vietās atkarībā no vēja virziena novērots rudens reņģei (Орвер, 1970).

Nārsta apstākļu un embrionālās attīstības ietekme uz paaudžu ražību

Ir zināms, ka zivju attīstība agrīnajās attīstības stadijās ietekmē paaudžu ražību. Visizplatītākais uzskats ir tāds, ka paaudžu ražība tiek noteikta kāpuru attīstības "kritiskajā" momentā, kad kāpuri pāriet uz eksogēno barošanos. Šī procesa veiksmīgums ir atkarīgs no barības objektu daudzuma šajā periodā (Hjort, 1926; Крьдановский, 1956; Лисивненко, 1960; Schnack, 1972). L. Duškina (Душкина, 1988) uzskata, ka barības daudzums kāpuru attīstības laikā nav vienīgais faktors, kas nosaka paaudžu ražību, lai gan atsevišķos gados tam var būt izšķirošā nozīme. Viņa domā, ka atsevišķām jūras siļķu populācijām, sevišķi daudziem Klusā okeāna siļķes bariem, viens no svarīgākajiem vai pats svarīgākais attīstības posms, kas nosaka paaudžu ražību, ir embrionālās attīstības stadija.

1985.-1988.gadu periodā 1985. un 1988.gados radās neražīgas paaudzes, 1987.gadā ļoti neražīga, bet 1986.gadā ļoti ražīga reņģes paaudze. Šis vērtējums norāda, ka paaudžu ražība ir bijusi atkarīga no nārsta laikiem un ilguma. 1985. un 1987.gados, kad nārsts sākās vēlu un nebija ilgs, radās neražīgas paaudzes. 1986.gadā, kad bija visilgākais nārsts, izveidojās ražīga paaudze. Nārsta iesākšanās normālos termiņos nodrošina nārsta pietiekošu ilgumu un pilnīgāku nārsta vietu platību izmantošanu (sk. 13.tabulu), samazina konkurenci pēc nārsta vietām un iznērsto ikru

bīvējumus, palielina iespējas, ka reņģes kāpuri pāriet uz eksogēno barošanos, kad ir pietiekams daudzums barības objektu. Nelabvēlīgi ziemošanas apstākļi, nārsta aizkavēšanās var negatīvi ietekmēt reņģes dzimumproduktu attīstību, kas savukārt var izraisīt palielinātu neapaugļoto ikru skaitu un ikru mirstību vai lielu daudzumu fizioloģiski vāju un nepilnvērtīgu kāpuru. Pēc L. Duškinas domām (Душкина, 1988) liels daudzums nepilnvērtīgu un dzīvot nespējīgu embriju iet bojā kāpuru attīstības sākuma posmā, kas bieži nosaka embrionālās attīstības iznākumu. Gados, kad nārsts nenotiek parastos termiņos, kāpuru izšķīšanās laiki nesakrīt ar zooplanktona skaita maksimumu. Nārsta iesākšanās laiks ir cieši saistīts arī ar nārsta ilgumu (sk. 15.tabulu), tāpēc gados, kad tas iesākas parastos termiņos, tas ir pietiekoši ilgs, kas garantē vismaz daļai izšķīlušos kāpuru labvēlīgus barošanās apstākļus (Никонаев, 1954). Ja nārsta sezona ir īsa, šāda sakritība ir mazāk iespējama. Gados pēc bargām ziemām un vēliem pavasariem zooplanktona daudzums ir neliels (18.tabula).

18.tabula

Vidējais barības zooplanktona* daudzums (tūkst. eks./ m³) Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē virs 10m dziļuma (L.Sidrevice dati)

Gads	Maijs	Jūnijs	Jūlijs
1985	5.2	18.8	60.2
1986	29.0	13.0	110.0
1987	0.9	2.0	12.2
1988	8.0	10.2	13.0

*naupliji un jaunākās (1-3) kopepodu attīstības stadijas

Nārsta ilguma ietekme uz paaudžu ražību apstiprinājās turpmākajos gados, kad sakarā ar ļoti siltajām ziemām, nārsts iesākās agrāk nekā parasti un nārsta sezonas bija ilgstošas. Rezultātā 1989.-1992.gadu paaudzes bija ražīgas un reņģes krājumi Rīgas jūras līcī ievērojami pieauga (19.tabula).

Korelācijas analīze starp paaudzes ražības vērtībām un faktoriem, kas ietekmē reņģes atražošanas procesu un tādejādi nosaka paaudzes ražību,

parādīja, ka visnozīmīgākās ir atkarības no ūdens temperatūras aprīlī un zooplanktona daudzuma maijā (20.tabula).

19.tabula
Reņģes krājumi Rīgas jūras līcī 1976.-1992.gados (Anon, 1993)

Gads	Kopējā biomasa (t)	Nārsta bara biomasa (t)	Kopējā reņģes nozveja (t)	Līča reņģes nozveja (t)
1976	81851	35079	31975	27422
1977	71889	51904	25544	24186
1978	70196	52441	23056	16728
1979	61806	43337	21758	17142
1980	68782	45189	20702	14998
1981	65412	46558	22646	16769
1982	68267	39228	17431	12771
1983	72624	47886	20318	15541
1984	70472	41304	19679	15843
1985	76760	54305	20187	15575
1986	88884	67344	18180	16927
1987	89421	51300	17676	12884
1988	95871	80191	19779	16791
1989	74256	56195	22676	16783
1990	111867	59819	20965	14831
1991	131143	65094	20901	14791
1992	157460	94781	23946	20449

Bargas ziemas negatīvi ietekmē reņģes paaudžu ražību, taču silts un agrs pavasaris var daļēji mazināt to nelabvēlīgo ietekmi. Visaugstākais korelācijas koeficients noteikts ar vidējo ūdens temperatūru aprīlī, kas būtībā nosaka nārsta sākumu Rīgas jūras līcī un attiecīgi arī nārsta ilgumu. Liela nozīme paaudzes ražības veidošanā ir zooplanktona daudzumam maijā, kad tā svārstības ir izteiktākas nekā vasarā. Zooplanktona daudzums vasarā, acīm redzot, parasti ir pietiekošs un nav limitējošs faktors. Domājams, ka septiņdesmito gadu beigās un astoņdesmito gadu sākumā reņģes atražošanas pakāpi būtiski ietekmējusi mencas klātbūtne Rīgas jūras līcī

(Vismanis, Kondratovich, 1993). Diemžēl mencas, kā izteikta migranta, krājumi līdz netika noteikti, tāpēc to raksturošanai izmantotām mencas nozvejas, kas tikai daļēji raksturo mencas patieso daudzumu šajā periodā.

20.tabula

Korelācijas koeficienti starp Rīgas jūras līča reņģes paaudžu ražību un atražošanas procesa noteicošajiem faktoriem

Faktori	Korelācijas koeficients
Mīnus temperatūru summa ziema	- 0.59*
Vidējā ūdens temperatūra aprīlī	0.78*
Zooplanktona daudzums maijā	0.71*
Zooplanktona daudzums vasarā	0.31
Reņģes nārsta bara biomasa	0.22
Kāpuru daudzums jūlija uzskaitē	0.29
Mencas nozvejas Rīgas jūras līdī	- 0.29

* Korelācija ir būtiska

Tā kā šajos gados līdī bija ļoti daudz mencas, kas aktīvi barojās ar reņģes mazuliem, tas bija viens no svarīgākajiem iemesliem, kāpēc šajos gados praktiski nebija ražīgu paaudžu.

Liela nozīmē reņģes paaudzes radīšanā ir kāpuru barošanās apstākļiem. 1986.gadā, kad radās ražīga paaudze, zooplanktona skaits atradās ļoti augstā līmenī. Turpretī 1987.gadā barošanās apstākļi bija ļoti nelabvēlīgi, kas līdz ar iespējamo fizioloģiski nepilnvērtīgo kāpuru lielo skaitu bija viens no galvenajiem iemesliem, kas noteica ļoti nerāzīgas paaudzes rašanos. 1988.gadā zooplanktona skaits atradās zemā līmenī, un, lai gan nārsts iesākās parastos termiņos un bija pietiekoši ilgs, šī gada paaudze bija nerāzīga. 1985.gadā nerāzīgas paaudzes parādīšanos noteica vēlāks nārsta sākums, neliels iznērsto ikru daudzums salīdzinājumā ar citiem gadiem (sk.13.tabulu), kā arī lielais divgadnieku skaits nārsta barā. Domājams, ka nārsta bara vecuma struktūrai arī ir liela nozīme paaudzes ražības noteikšanā. Vislas līdī ir konstatēts, ka visaugstākais ikru izdzīvošanas

procents ir trīs gadus vecām, bet viszemākais divus gadus vecām zivīm (Birjukow, Shapiro, 1971). Rīgas jūras līcī astoņdesmitajos gados ražīgas paaudzes radās gados, kad nārsta barā dominēja trīs gadus vecas zivis (1983. 1986. un 1989.gados). Tādejādi var teikt, ka reņģes dzimumproduktu kvalitāti ietekmē gan vides apstākļi, gan arī zivju vecums. Tādēļ gados, kad reņģes nārsta barā dominēs vecuma grupas, kas producē viskvalitatīvākos ikrus, var gaidīt ražīgu paaudžu rašanos.

Netika konstatēta sakarība starp paaudžu ražību no vienas puses un ikru mirstību un izšķīlušos kāpuru skaitu dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās (sk. 13.tabulu). Tas norāda uz to, ka vai nu ikru mirstība dienvidaustrumu piekrastē nereprezentē embrionālās attīstības sekmīgumu visā līcī, vai arī paaudzes ražība nav atkarīga no ikru mirstības līmeņa. L.Rannaka (Раннак, 1970) un E.Ojaveers (Оявеер, 1988) arī neatklāja būtisku korelāciju starp paaudzes ražību un izšķīlušos kāpuru daudzumu ($r=0.36$). Korelācija starp kāpuru vidējo skaitu Rīgas jūras līcī ikgadējās kāpuru uzskaitēs jūlijā un paaudžu ražību arī izrādījās nenozīmīga (sk. 20.tabulu).

Tādejādi visnozīmīgākās korelācijas reņģes paaudžu ražībai tika konstatētas ar vidējo ūdens temperatūru aprīlī un zooplanktona daudzumu maijā. Tā kā ūdens temperatūra aprīlī būtībā nosaka nārsta sākuma laiku un arī nārsta ilgumu, ražīgas paaudzes rodas gados, kad ir agrs un ilgs nārsts. Pēc bargām ziemām, kad nārsts iesākas vēlu un ir īss, parādās neražīgas paaudzes. Līdzīga atkarība tika novērota reņģei arī piecdesmitajos un sešdesmitajos gados (Rannak, 1971), kā arī dažām silķes populācijām (Dragesund, 1970).

Baltijas reņģes ikru apaugļošanās

Mūsu pētījumos neapaugļoto ikru skaits tika noteikts paraugos, kuros embrionālā attīstība nebija pārsniegusi stadiju, kad embrija astes daļa sāka atdalīties no dzeltenuma maisa. Līdz šai attīstības stadijai neapaugļotie ikri bija viegli atšķirami no beigtajiem, jo tiem bija labi saskatāma dzeltenuma granulētā uzbūve. Vēlāk neapaugļotie ikri kļuva bāli un necaurspīdīgi, un tos bija grūti atšķirt no apaugļotajiem ikriem, kuri gājuši bojā attīstības gaitā. Mākslīgās apaugļošanas eksperimentos bija konstatēts, ka embrionālās attīstības beigu posmā neapaugļotie ikri zaudēja lipīgumu un atdalījās no substrāta, ja tie nebija saistīti ar ikriem, kuros noritēja embriju attīstība. Augšminēto iemeslu dēļ ticamus datus par neapaugļoto ikru daudzumu varēja iegūt tikai no paraugiem, kuros ikri atradās embrionālās attīstības sākuma posmos. Tāpēc ne visiem atsevišķajiem nārstiem ir dati par neapaugļoto ikru daudzumiem.

Mūsu pētījumu periodā dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās neapaugļoto ikru skaits dažādos gados būtiski atšķīrās. 1985. gadā neapaugļotie ikri tika atzīmēti 25% paraugu, un to daudzums, izņemot vienu gadījumu, nepārsniedza 1%. Visvairāk neapaugļoto ikru (2.97%) tika atrasts vienā no nārsta sezonas pēdējiem atsevišķajiem nārstiem.

1986. gadā pirmajā nārstā bija 2.94% neapaugļotu ikru. Nārsta turpmākajā gaitā neapaugļotie ikri atrasti vēl tikai divos gadījumos, un to skaits nepārsniedza 1%.

Vislielākais neapaugļoto ikru daudzums tika novērots 1987. gadā, kad vidēji visā nārsta sezonā to bija 2.41% (21. tabula). Tikai 21.6% paraugu netika konstatēti neapaugļoti ikri, bet dažos paraugos to skaits sasniedza gandrīz 8.0%.

1988. gadā paaugstināts neapaugļoto ikru skaits tika novērots nārsta sākumā, kad pirmajos divos atsevišķajos nārstos to bija attiecīgi 5.46 un 3.90%. Nārsta turpinājumā neapaugļoto ikru skaits samazinājās un vidēji veidoja 0.55% no kopējā ikru skaita, tikai divos gadījumos pārsniedzot 1% līmeni. Neapaugļoto ikru skaits atkal pieauga nārsta sezonas beigās (21. tabula).

Novērojumi ļauj secināt, ka paaugstināts neapaugļoto ikru skaits parasti novērojams nārsta sezonas sākumā un beigās. Nārsta sākumā

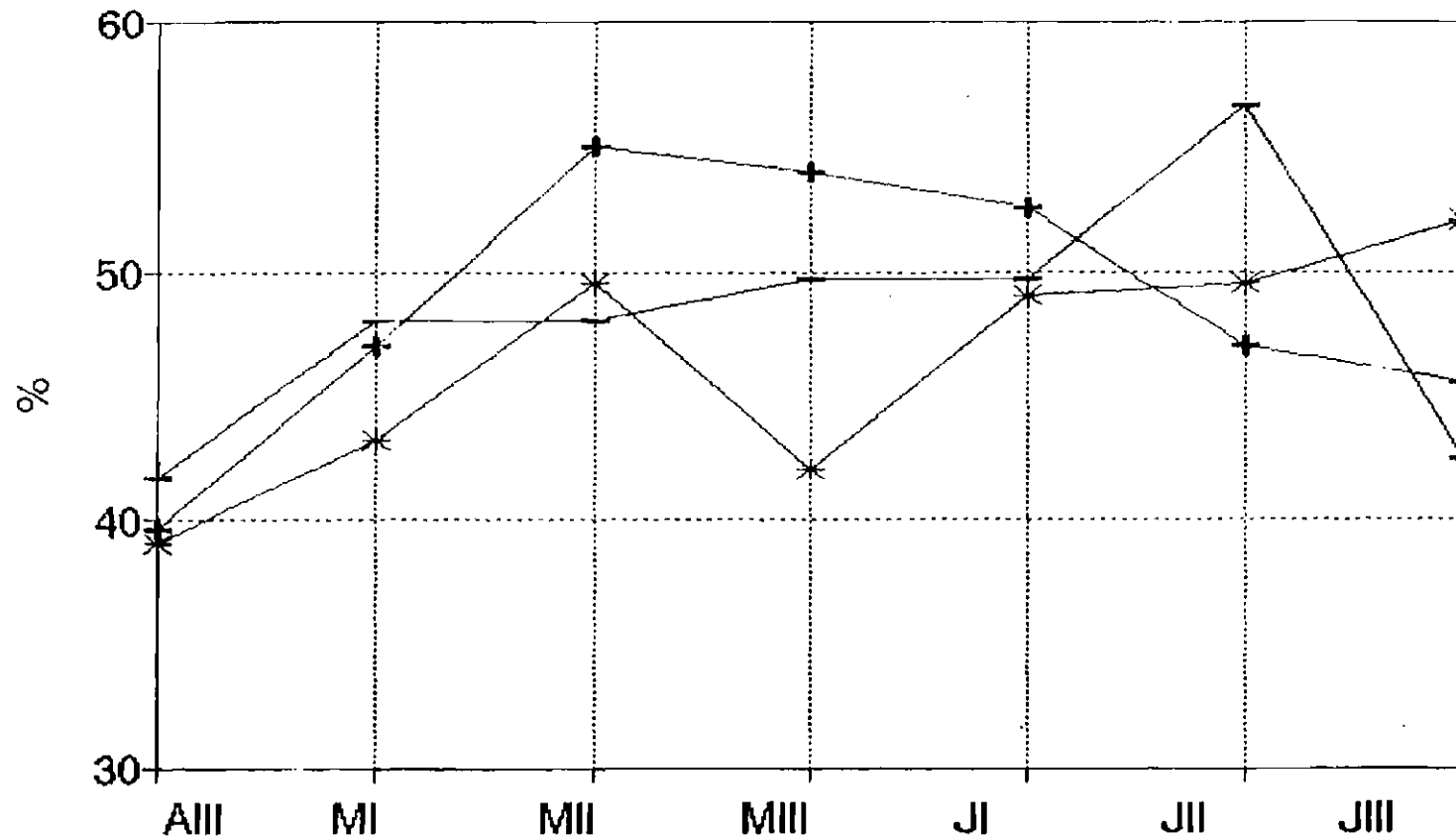
21.tabula
 Neapaugloto ikru skaits (%) atsevišķajiem nārstiem
 dienvidaustrumu piekrastē 1987.-1988.gados

1987.gads		1988.gads	
Atsevišķā nārsta laiks	Neapaugloto ikru dau- dzums(%)	Atsevišķā nārsta laiks	Neapaugloto ikru dau- dzums(%)
20.05	1.32	4.05	5.56
20.05	1.33	19.05	3.9
21.05	1.2	24.05	0.73
21.05	1.89	24.05	1.13
23.05	3.85	25.05	0.49
29.05	3.77	29.05	1.15
1.06	4.82	5.06	0.35
9.06	3.77	5.06	0.38
14.06	2.39	6.06	0.89
15.06	2.94	6.06	0.09
15.06	3.76	6.06	0.32
17.06	2.13	8.06	0.24
17.06	1.45	16.06	1.3
19.06	1.26	17.06	1.89
19.06	1.21	20.06	1.48
19.06	1.75	22.06	2.15
19.06	2.13	30.06	1.72
22.06	1.33		
22.06	1.58		

palielinātu neapaugļoto ikru skaitu varēja izraisīt pazeminātais ūdens sāļums sakarā ar ledus kušanu un augsto upju noteci. Kā norādīja L. Duškina (Душкина, 1988), daudzām Klusā okeāna siļķes populācijām zema ūdens sāļuma apstākļos tika novērota apaugļoto ikru skaita samazināšanās. Ikru apaugļošanas sekmīgumu var ietekmēt arī nārsta aizkavēšanās, ziemošanas apstākļi un zivju vecums, faktori, kas ietekmē reņģes fizioloģisko stāvokli. Saskaņā ar E. Ojaveera (Ojaveer, 1981) eksperimentu rezultātiem Baltijas reņģei palielinās neapaugļoto ikru skaits, kad tie tika apaugļoti zema ūdens sāļuma apstākļos (2.0-2.5%).

Neapaugļoto ikru daudzums nārsta sezonas beigās izskaidrojams ar nārstojošo zivju dzimumproduktu kvalitātes pazemināšanos. Nārstu nobeidz reņģes jaunākās vecuma grupas, galvenokārt, divgadnieki un zivis, kurām kādu iemeslu dēļ ir aizkavējusies dzimumproduktu attīstība. Vislas līdī konstatēts, ka divus gadus vecas Baltijas reņģes iekriem ir viszemākais izdzīvošanas līmenis un visaugstākais šī rādītāja variācijas koeficients (Birjukow, Shapiro, 1971). Palielināts neapaugļoto ikru daudzums var rasties tāpēc, ka nārsta barā ir nevienāds mātišu un tēviņu daudzums. Nārsta bara sastāva analīze no stāvvalu nozvejām parādīja, ka nārsta sākumā tēviņu ir mazāk nekā mātišu (19. attēls). Nārsta gaitā tēviņu un mātišu attiecība tuvojas 1:1. Nārsta beigās dažos gados ir atkal novērojams ievērojams mātišu pārsvars nārsta barā. Šis nārsta bara dzimumu sastāva svārstības nārsta gaitā un to nelabvēlīgais sadalījums nārsta sākumā un beigās var būt par iemeslu palielinātam neapaugļoto ikru skaitam šajos periodos.

1987. gads atšķīrās no citiem gadiem ar paaugstinātu neapaugļoto ikru daudzumu visas nārsta sezonas laikā. 1987. gadā nārsts iesākās nelielasti vēlu, ko izsauca ļoti bargā ziema un vēlais pavasaris. Aukstā ziema un nārsta sezonas ievērojamā aizkavēšanās negatīvi ietekmēja reņģes fizioloģisko stāvokli un dzimumproduktu attīstību, kas izpaudās vairākos veidos. Pirmkārt, bija daudz reņģu mātišu, kuru olnīcās bija rezorbēti iekri. Šādu zivju skaits, ņemot vērā paraugus no stāvvalu nozvejām visā Rīgas jūras līdī, sasniedza 11.6%, bet dažos paraugos to daudzums sasniedza pat 78%. Šie rādītāji ievērojami pārsniedz šādu zivju skaitu citos gados. Otrkārt, 1987. gadā pirmo reizi tika novērota ikru atdalīšanās no substrāta. Domājams, ka sakarā ar reņģes pasliktināto fizioloģisko stāvokli, pazeminājās arī ikru kvalitāte. Krastā tika atrasts liels daudzums izskalotu ikru. Tā kā šajā nārsta periodā netika novērotas vētras, kas varētu būt par iemeslu ikru



19.attēls Reņģes tēviņu daudzums (%) stāvvadu nozvejās Rīgas jūras līcī 1991.-1993.gados.

— 1991 + 1992 * 1993

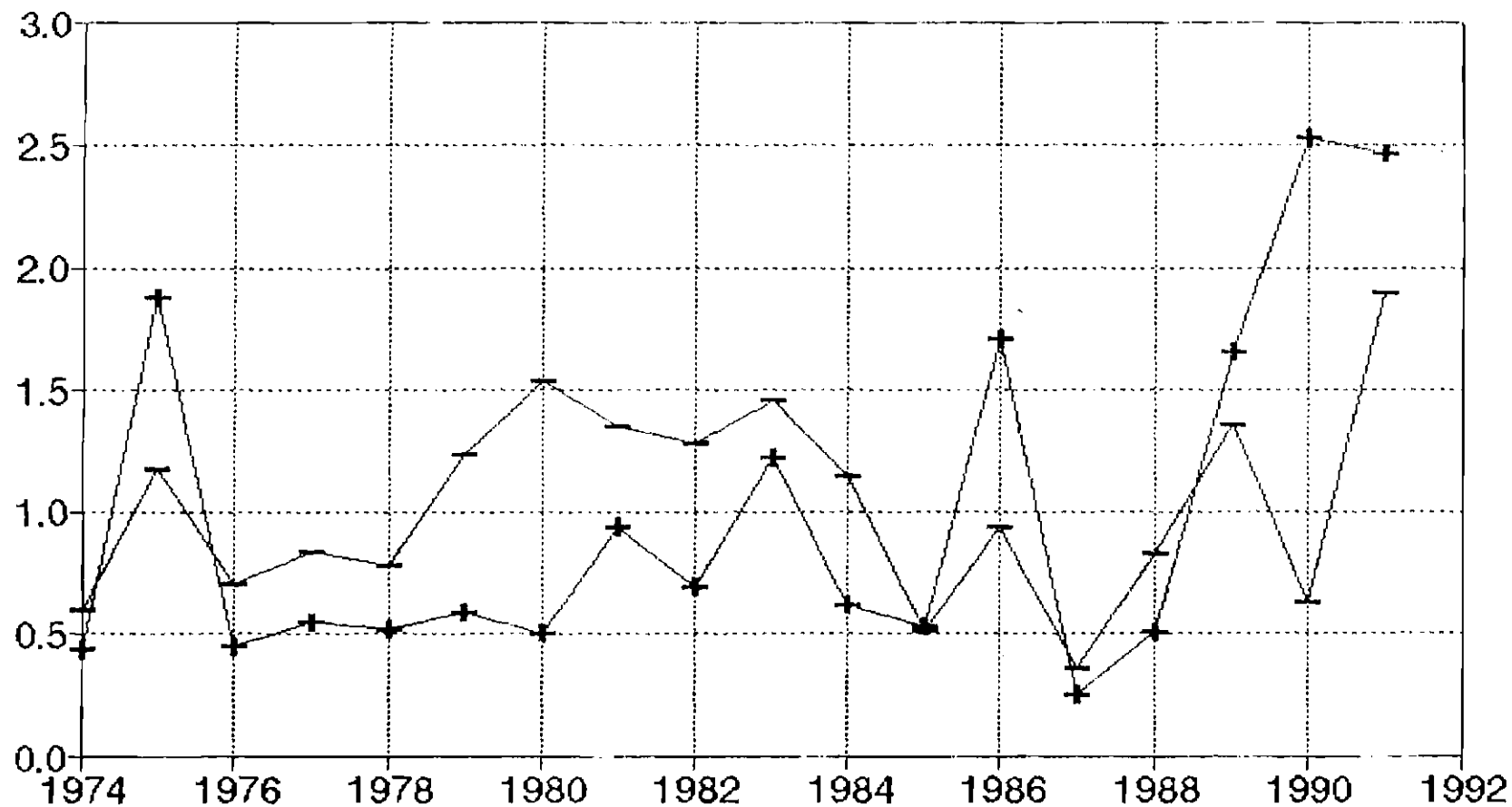
A-aprīlis, M-maijs, J-jūnijs, I,II,III - dekādes

noraušanai no substrāta, jāsecina, ka ikru atdalīšanās no substrāta notika ikru pazeminātās kvalitātes dēļ. Šī parādība tika novērota jūnija vidū, kad, galvenokārt, nārstoja liča reņģe. No deviņpadsmit atsevišķajiem nārstiem deviņos gadījumos tika novērota ikru pazušana pirms paredzētā kāpuru izšķīšanās laika, bet trīs reizes novērota ikru daudzuma krasa samazināšanās (sk. 4.tab.). Sakarā ar to, ka ikru atdalīšanās no substrāta norisinājās nārsta sezonas otrajā pusē, un šajā pašā laikā vairāk bija arī reņģes mātīšu ar rezorbētiem ikrēm nekā nārsta sākumā, var teikt, ka bargā ziema un nārsta aizkavēšanās šajā gadā nelabvēlīgāk ietekmējusi liča reņģes fizioloģisko stāvokli. Tā kā Rīgas jūras līcī klimats ir daudz kontinentālāks nekā atklātajā Baltijas jūras daļā, ziemošanas apstākļi liča reņģei ir nelabvēlīgāki nekā jūras reņģei. Domājams, ka tieši augšminētais apstākļis ir par iemeslu liča reņģes paaudžu ražības daudz plašākām svārstībām salīdzinājumā ar jūras reņģi (20.attēls). Savukārt E.Ojaveers (Орвеер, 1988) uzskata, ka liča reņģei skaitliskās svārstības ir vairāk izteiktas tāpēc, ka tās embrionālā attīstība norisinās pie augstākas ūdens temperatūras nekā jūras reņģei.

Salīdzinoši daudz neapaugļotu ikru bija arī 1988.gada nārsta sākumā. Salīdzinot ar iepriekšējiem trijiem gadiem, 1988.gada ziema bija samērā silta, un nārstam vajadzēja iesākties agri, apmēram aprīļa pēdējā dekādē. Taču aprīļa beigās negaidīti uznākušais sals aizkavēja nārstu, un reņģei bija jānogaida labvēlīgu apstākļu iestāšanās. Šī nārsta aizkavēšanās, acīm redzot, negatīvi ietekmēja dzimumproduktu kvalitāti tām zivīm, kuras jau bija gatavas iznēst ikrus.

Visumā var teikt, ka reņģei ir augsta ikru apaugļošanas pakāpe, kas atbilst uzskatam, ka tā raksturīga visai *Clupea* ģintij (Крыжановский, 1956). Iegūtie rezultāti ir tuvi citu zinātnieku novērojumiem par reņģes ikru apaugļošanos Rīgas jūras līcī. Tā L.Rannaka (1971) novērojis, ka neapaugļoto ikru daudzums variēja no 0.2 līdz 0.4%. E.Ojaveers (1981) konstatēja, ka vienā no nārsta vietām 1977.gada nārsta sezonas beigās bija 6.5%, bet 1978.gadā 5.8% neapaugļotu ikru, bet tajā pašā laikā citā nārsta vietā neapaugļotu ikru nebija.

Tādejādi var teikt, ka reņģei ir samērā maz neapaugļotu ikru. Parasti nārsta sezonas vidū neapaugļotu ikru ir mazāk par 1% vai arī to nemaz nav. Palielināts neapaugļoto ikru daudzums tika novērots nārsta sākumā un



20.attēls Līča un jūras reņģes relatīvās paaudžu ražības 1974.-1991.gados
(Anon,1993)

— Jūras reņģe —+— līča reņģe

beigās, kā arī gados pēc nelabvēlīgiem ziemošanas apstākļiem. Pēc bargām ziemām zivju fizioloģiskais stāvoklis pasliktinās, sevišķi liča reņģei. Nārsta sākumā paaugstināta neapaugļoto ikrū skaits cēlonis ir pazeminātais ūdens sāļums, bet nārsta beigās nārstojošo zivju dzimumproduktu pazeminātā kvalitāte. Nārsta sākumā un beigās ir nelabvēlīga mātišu un tēviņu attiecība nārsta barā, kas arī var ietekmēt apaugļošanas sekmes.

Ikru attīstības apstākļi un to izdzīvošana

Mūsu veiktie pētījumi parādīja, ka mūsdienās Rīgas jūras līcī ikru attīstība norisinās daudz neveiksmīgāk. Ievērojami pieaugusi ikru mirstība, sevišķi nārsta vietās, kuras atrodas tuvumā līča dienviddaļai, kura ir piesārņotākais līča rajons. Pie šīm nārsta vietām pieder Kauguru nārsta vieta līča dienvidrietumu daļā un Saulkrastu un Duntē nārsta vietas līča dienvidaustrumos. Pēdējās divās nārsta vietās 1985.-1988.gados visa nārsta perioda laikā aizgāja bojā no 61,3% līdz 90,8% no visiem šeit iznērstajiem ikriem (22.tab.).

22.tabula

Nārsta raksturojums un ikru mirstība Rīgas jūras līča Saulkrastu un Duntē nārsta vietās 1985.-1988.gados.

Gads	Iznērsto ikru daudzums $\times 10^6$	Vidējā ikru mirstība (%)	Potenciālo kāpuru daudzums $\times 10^6$
1985	224921	74.7	56969.8
1986	924906	90.8	90678.1
1987	697722	61.3	269987.3
1988	796276	74.2	205607.8

Piecdesmitajos gados veiktie pētījumi par Baltijas reņģes embrionālās attīstības sekmīgumu Rīgas jūras līcī parādīja, ka šajā periodā reņģe gandrīz neiet bojā (Паннак, 1954,1958; Писивненко, 1957). Ikru mirstība pēc dažādu autoru datiem sastādīja 2-5% (Писивненко, 1963) vai vidēji 8.5% visā nārsta periodā (Паннак, 1970). L.Pannaka (1971) uzskatīja, ka salīdzinoši augstais ikru izdzīvošanas līmenis tika sasniegts, pateicoties sekojošiem faktoriem. Pirmkārt, ikri tika iznērsti izklaidus, plānās kārtās, piesaistoties brūnaļģu un sārtāļģu zariniem. Nārsta vietās netika novēroti daudzslāņu ikru klājumi. Tas radīja labvēlīgus apstākļus embriju elpošanai un metabolisma galaproduktu izvadīšanai no ikriem. Otrkārt, nārsta vietas

atradās piekrastes seklumā, labi aerētās vietās ar izteiktiem straumēm un cietu grunti. Un visbeidzot, nārsta periods bija pietiekoši izstiepts - 1.5-2 mēneši. Šī perioda laikā reņģes nārstojošas pārvietošanās uz lielākiem dziļumiem. Tāpēc lielākā embriju daļa attīstījās optimālā ūdens temperatūrā (5-15°C). Tas palīdzēja izvairīties no lielu ikru daudzumu nēršanas ierobežotās platībās un no embriju inficēšanās ar baktērijām un sēnītēm.

Acīm redzot, ka ikru mirstības palielināšanās, kuru mēs konstatējām savos pētījumos, ir saistīta ar vairākām svarīgām izmaiņām, kas notikušas nārsta vietās. Līdz ar ekoloģiskās situācijas izmaiņām Rīgas jūras līdī, mainījusies arī reņģes uzvedība. Ievērojami samazinājušās platības, uz kurām sastopami ūdensaugi, kas izraisīja nārsta vietu sašaurināšanos. Ja agrāk nārsta vietas atradās dziļumu robežās no 3m līdz 15m (amplitūda 12m), tad tagad nārsta vietas atrodas robežās no 0.5m līdz 7.5m (amplitūda 7m), bet pamatā nārsta vietu dziļumu amplitūda ir 3-5m liela. Netiek novērota tāda svarīga reņģes pielāgošanās kā nārsta pārvietošanās no mazākiem uz lielākiem dziļumiem, paaugstinoties ūdens temperatūrai piekrastē. Šo izmaiņu sekas ir iznērsto ikru bīvumu paaugstināšanās nārsta vietās.

Sakarā ar liela daudzuma neattīrīto sadzīves un rūpniecības notekūdeņu ieplūšanu Rīgas jūras līdī, te ir būtiski izmainījušies apstākļi, kas nopietni ietekmē jūras organismu vairošanos un attīstību. Piesārņojums ietekmē dzīvos organismus gan tieši, gan izmainot eksistēšanas apstākļus. Dažos gadījumos ekoloģisko situāciju ir izmainījusi jūras resursu nepareiza, pārmērīga ekspluatācija, kā, piemēram, lucīša (*Zoarces viviparus L.*) izzvejošana lielos daudzumos, kas izsauca šīs zivs krājumu katastrofālu samazināšanos. Nārsta vietu sašaurināšanās, iznērsto ikru bīvumu palielināšanās, ikru mirstības paaugstināšanās negatīvi ietekmē reņģes atražošanas procesu. Turpretim citas izmaiņas kā, piemēram, krasā lucīša, kurš barojas ar reņģes ikriem, un mazā bullīša (*Pomatoschistus minutus Pallas*) skaita samazināšanās, kura kāpuri bija nopietni reņģes kāpuru barošanās konkurenti, ir izdevīgas reņģei (Трайбепа, 1979). Sakarā ar dažu zooplanktona sugu (*Eurytemora hirundoides Nordq.* un *Acartia biflora Giesbr.*) skaita palielināšanos pēdējos gados, reņģes kāpuru barošanās apstākļi uzlabojušies. Pēdējās izmaiņas ir par pamatu tam, ka, lai gan ikru mirstība ir tik ievērojami pieaugusi, reņģes krājumi saglabājas relatīvi augstā līmenī un pat tiek intensīvi ekspluatēti.

Ikru izdzīvošana atšķiras ne tikai atsevišķās nārsta vietās, bet arī atsevišķos gados vienā nārsta vietā, kā arī vienas nārsta sezonas laikā. Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās ikru izdzīvošana atsevišķiem nārstiem svārstījās 0-95.3% robežās. Šādas ievērojamas atšķirības nosaka dažādu nepastāvīgu un plaši variējošu faktoru ietekme. L.Duškina (Душкина, 1988) uzskata, ka dabīgos apstākļos silķes ikru izdzīvošana ir atkarīga no daudzu vides faktoru mijiedarbības, tāpēc kāda viena faktora iedarbības analīze ir stipri apgrūtināta, jo tā nozīme var būtiski mainīties atkarībā no tā saistības ar citiem faktoriem.

Atsevišķu faktoru, kuri nosaka ikru attīstības sekmīgumu, nozīmes noteikšanu apgrūtinā fakts, ka pašreiz ir grūti novērtēt, kādā veidā un kādā mērā uz ikru attīstību iedarbojas piesārņojums. Rīgas jūras līča ūdenī atrodas daudzas dažādas antropogēnas izcelsmes vielas, kuras var tieši izraisīt ikru bojāeju, toksiski var būt arī šo vielu sadalīšanās produkti, vai arī šīs vielas oksidēšanās procesā var ievērojami samazināt skābekļa daudzumu ūdenī un izraisīt tā deficītu, kas veicina ikru bojāeju. E.Ojaveera (Оявеер, 1984) eksperimentos par vara, kadmiija un metakrezola dažādu koncentrāciju ietekmi uz reņģes embrionālo attīstību atklājās, ka pat ļoti zemas smago metālu koncentrācijas var būtiski ietekmēt apaugļošanas pakāpi, bet koncentrācijām pieaugot, palielinās embriju skaits, kuru attīstībā novērojamas novirzes no normas. Nārsta vietās pie Zviedrijas krastiem tika konstatēts, ka rajonos, kuri bija pakļauti piesārņošanai ar naftas produktiem, nārsts norisinājās daudz retāk nekā nepiesārņotajos rajonos, bet kāpuru izšķīšanās sekmīgums šīm zonām bija attiecīgi 24.4% un 53.9% (Aneer, Nellbring, 1982).

1985.gadā līča dienvidaustrumu piekrastes Saulkrastu un Dunties nārsta vietās tika veikti hidroķīmiskie pētījumi, kas parādīja, ka tas ir augsti eitroficēts Rīgas jūras līča rajons ar izteiktiem piesārņojuma rādītājiem (23.tab.). Fosfora un organiskā oglekļa koncentrācijas maz atšķiras no to satura Rīgas jūras līča dienvidu daļā Daugavas grīvas rajonā. Nitrītu koncentrācijas pēc jūras ūdeņu piesārņojuma kritēriju novērtējuma bija tuvas maksimāli pieļaujamajām koncentrācijām, bet amonija slāpekļa daudzums norāda uz to, ka ūdenskrātuve tiek pastāvīgi piesārņota. Skābekļa bioloģiskā patēriņa (SBP5, ekspozīcijas laiks 5 dienas) analīzes norāda par oksidēšanai pakļautu labilu vielu relatīvo daudzumu ūdenī un par šo vielu noārdīšanās intensitāti ūdensbaseinā. Mūsu pētījumi parādīja, ka SBP5 vērtības bija

Hidrobioloģiskais stāvoklis Rīgas jūras līča rībovīdēlstrūmu pļakrasti nerata vietu rajonā 1965.gadā

Datums	Stacijas Nr	Slānis	P-PO ₄ mkg/l	Kopīgais P mkg/l	N -O ₂ mkg/l	N -O ₃ mkg/l	NH ₄ mkg/l	O ₂ m/l	BSP5	pH	C mg/l
14.05	1	0	0.9	44.6	2.4	2.5	23.1	12.9		8.60	8.8
		5	5.6	41.0	0.0	3.8	3.5	11.1		8.54	8.5
	2	0	3.8	34.2	3.1	8.0	28.4	11.6		8.46	8.0
		5	5.6	29.5	3.6	33.5	7.7	10.4		8.36	7.9
	3	0	4.1	38.9	2.4	21.4	3.2	10.1		8.29	7.1
		5	2.6	38.7	2.9	25.8	27.0			8.28	7.2
18.05	1	0	5.0	48.0	2.5	30.4	2.1	10.7	4.0	8.27	8.4
		5	8.2	52.8	4.1	19.1	7.7	10.0	4.1	8.12	7.8
	2	0	3.8	39.8	2.4	6.7	2.7	9.6	3.0	8.20	7.6
		5	2.9	40.1	2.1	13.0	4.6	9.4	2.5	8.20	7.6
	3	0	1.2	37.8	0.1	2.7	1.7	10.5	3.6	8.37	7.2
		5	2.1	34.5	1.7	1.1	4.8	10.6	4.9	8.44	6.6
27.05	1	0	2.3	31.6	14.3	310.6	31.6	9.7	3.2	8.81	11.3
		5	2.1	32.5	13.0	255.9	99.5	8.8	4.5	8.65	9.8
	2	0	0.0	15.6	12.8	334.6	18.9	9.6	2.3	8.74	10.3
		5	5.3	9.7	11.5	324.7	12.9	8.8	4.3	8.82	11.6
	3	0	0.0	28.0	12.1	164.4	24.8	9.8	1.6	8.73	12.0
		5	0.0	22.1	11.9	335.5	39.2	9.5	2.2	8.74	12.4
30.05	1	0	2.6	25.4	13.3	287.8	5.9	8.7		8.77	10.7
		5	2.3	41.0	9.5	197.1	33.8	7.8		8.40	8.4
	2	0	2.6	35.1	11.9	282.2	8.4	7.5		8.50	10.9
		5	2.1	30.1	7.0	182.6	15.4	7.4		8.23	8.7
	3	0	4.4	28.5	12.1	303.1	11.9	8.8		8.66	10.2
		5	2.3	22.7	10.1	245.5	80.5	8.6		8.43	3.0

Datums	Stacijas Nr	Stānis	P-PO ₄ mkg/l	Kopīgais P mkg/l	N-O ₂ mkg/l	N-O ₃ mkg/l	NH ₄ mkg/l	C ₂ ml/l	BSP5	pH	O mg/l
4.06	1	0	0.0	23.6	11.9	236.0	31.4	7.8	1.9	8.62	8.6
		5	0.0	23.0	12.8	257.6	5.2	7.9	2.9	8.67	8.8
	2	0	0.0	22.4	13.7	225.8	11.8	7.8	3.1	8.65	8.1
		5	0.0	25.1	10.9	249.6	6.6	7.9	2.7	8.63	8.5
	3	0	0.0	22.1	14.6	203.9	13.6	8.6	2.4	8.48	8.5
		5	0.0	22.4	11.9	229.0	5.2	7.9	2.9	8.55	8.7
8.06	1	0	1.2	33.9	12.6	280.8	14.7	7.0	1.9	8.63	9.2
		5	0.6	29.5	14.7	282.0	31.5	4.8	2.4	8.60	8.5
	2	0	0.6	35.1	15.3	248.1	14.6	7.9	2.3	8.65	9.3
		5	0.0	28.6	11.6	283.6	19.6	6.8	2.5	8.60	9.4
	3	0	1.5	33.1	12.3	245.4	24.9	7.4	3.5	8.60	9.9
		5	0.0	28.0	11.1	246.9	17.9	8.4	1.2	8.63	9.5
10.06	1	0	2.9	40.7	10.1	260.3	18.6	7.6		8.60	8.6
		5	3.2	43.7	8.7	212.6	16.5	7.7		8.66	7.3
	2	0	2.6	59.9	9.4	221.7	22.1	7.9		8.67	7.8
		5	2.1	49.6	6.7	217.5	11.9	7.9		8.71	8.3
	3	0	0.8	26.0	8.0	210.5	19.9	8.2		8.57	5.7
		5	2.9	75.7	6.5	207.5	8.4	7.8		8.67	7.2
14.06	1	0	0.0	40.4	7.1	182.0	19.9	6.8	2.8	8.59	8.7
		5	1.5	41.7	7.0	167.7	15.8	6.2	1.9	8.62	9.2
	2	0	1.5	52.2	10.1	224.5	25.5	6.1	2.8	8.58	9.2
		5	0.0	44.0	10.1	221.0	30.5	6.2	2.5	8.60	9.2
	3	0	2.9	52.2	10.9	223.7	25.5	7.0	1.8	8.57	10.0
		5	1.2	48.4	10.4	234.1	19.5	6.6	3.4	8.58	9.0

Datums	Stacijas Nr	Slānis	P-PO ₄ mkg/l	Kopīgais P mkg/l	N -O ₂ mkg/l	N -O ₃ mkg/l	NH ₄ mkg/l	O ₂ ml/l	BSP5	pH	C mg/l
17.06	1	0	1.8	6.8	7.3	120.2	22.4	6.6	0.5	8.64	7.0
		5	0.3	19.3	7.4	129.2	17.1	7.4	1.4	8.62	7.0
	2	0	3.2	8.3	7.1	113.3	31.1	6.3	0.6	8.68	8.3
		5	2.3	5.9	4.9	66.0	30.8	7.7	0.8	8.65	6.3
	3	0	1.8	20.1	7.3	141.2	41.0	7.5	1.3	8.64	7.1
		5	0.9	6.5	6.6	88.7	23.5	7.4	1.0	8.66	6.9
20.06	1	0	5.0	37.8	11.6	83.6	7.0	10.2	4.4	8.27	10.1
		5	2.1	31.9	7.1	154.6	21.0	7.4	1.6	8.20	7.4
	2	0	3.2	41.0	11.6	40.9	10.5	11.4	3.3	8.37	11.0
		5	1.5	25.4	4.9	106.5	5.9	9.8	1.8	8.21	7.3
	3	0	0.0	38.4	10.1	102.7	7.7	9.6	3.0	8.57	9.6
		5	2.6	28.6	5.6	79.4	3.5	8.9	2.2	8.37	7.3
25.06	1	0	6.7	36.0	8.3	66.7	84.7	8.5	3.2	8.74	5.5
		5	5.6	34.2	9.1	86.2	84.7	7.8	3.4	8.68	5.3
	2	0	2.1	16.8	7.6	69.4	37.1	8.6	2.1	8.72	5.1
		5	2.3	25.7	6.9	73.3	112.8	8.0	2.8	8.70	5.4
	3	0	1.8	15.8	5.5	78.6	57.9			8.58	4.4
		5	2.1	19.9	5.0	89.3	12.9	7.7	2.1	8.55	4.7
27.06	1	0	2.6	22.7	7.4	85.6	85.8			8.62	5.6
		5	4.4	28.0	6.5	117.5	45.5	7.2	1.5	8.57	4.6
	2	0	2.1	21.5	7.7	106.5	45.0			8.55	4.8
		5	2.9	25.1	7.8	100.0	16.8	7.1	1.8	8.60	4.7
	3	0	2.5	27.4	6.5	115.4	97.4			8.50	5.5
		5	4.4	14.8	7.4	110.3	41.0	7.0	1.5	8.50	4.7

paaugstinātas un bieži 1.5-2 reizes pārsniedza jūrai pieļaujamās koncentrācijas.

Pētījumu laikā hidroķīmiskie apstākļi nārsta vietās stipri mainījās (23.tab.). Pētīto hidroķīmisko parametru svārstības ir atkarīgas no upju noteces līmeņa, straumēm, vēja un dažādu ūdeņu sajaukšanās pakāpes. Visumā Rīgas jūras līča dienvidaustrumu rajonu ievērojami ietekmē līča dienviddaļā ietekošās lielākās upes - Daugava, Gauja un Lielupe, kuru ūdeņi ir galvenais piesārņojuma avots Rīgas jūras līcī. To negatīvo ietekmi pastiprina arī šajā līča rajonā valdošās straumes, kuras virzās gar austrumu piekrasti ziemeļu virzienā. Saulkrastu un Dunties nārsta vietas ietekmē arī lokālais piesārņojums, kurš šeit nokļūst no vairākām nelielām upītēm kā Inčupe, Pēterupe, Ķīšupe, Aģe. Dienvidaustrumu piekraste tiek pietiekoši aktīvi izmantota kā rekreācijas vieta un šim rajonam ir raksturīgs augsts lauksaimniecības ražošanas līmenis. Tādejādi var teikt, ka hidroķīmiskie apstākļi Rīgas jūras līcī mūsdienās, kas izveidojušies ilgstoša piesārņojuma rezultātā, ir nelabvēlīgi reņģes embrionālai attīstībai.

1985.gadā mēs šeit pētījām arī fitoplanktona un mikroorganismu sastāvu un daudzumu. Fitoplanktonā dominēja diatomaļģe *Skeletonema costatum* Cleve, kura veidoja 82-90% no kopējā skaita. Tam līdzīga vienas sugas dominēšana izraisa sugu daudzveidības samazināšanos, bet pēdējā parādība parasti pastiprinās, pieaugot piesārņojuma pakāpei. Diatomaļģe *S.costatum* ir aļģu suga, kas ir labi pielāgota stipri piesārņotai videi ar netoksiskām organiskām vielām, un šīs sugas klātbūtne norāda uz dotā rajona piesārņojumu.

Iegūtie mikrobioloģisko pētījumu rezultāti parādīja, ka šajā rajonā izveidojusies aktīva mikrobioloģisko procesu zona ar intensīvu eitrofikācijas procesu. Piemēram, 1985.gada periodā no 14.maija līdz 28.jūnijam baktēriju kopējais daudzums mainījās no 0.48 līdz 6.29 milj./ml, bet sēņu sporu daudzums - no 4 līdz 931 tūkst./l.

Novērtējot apstākļus nārsta vietās pēc novērotajam skābekļa koncentrācijām, var domāt, ka dažos gadījumos tas ir nepietiekams normālai ikru attīstībai. Konstatēts, ka Klusā okeāna siļķei paaugstinās ikru mirstība, ja skābekļa koncentrācija noslīd zem 7.0 ml/ l līmeņa (Глушникова и др., 1984). Dienvidaustrumu piekrastē 1985.gadā nārsta laikā 10 gadījumos no 68 skābekļa koncentrācijas bija zemākas par 7 ml/ l. Domājams, ka, ja paraugi būtu ņemti naktī, kad aļģēm nenotiek fotosintēze, novērotās

skābekļa koncentrācijas būtu vēl zemākas. E.Brauns (1985) uzskata, ka silķes ikru bojāejas galvenais cēlonis ir skābekļa zemās koncentrācijas ūdenī.

Skābekļa koncentrāciju samazināšanās tika novērota jūnijā nārsta otrajā pusē, kas ir saistīts ar ūdens temperatūras paaugstināšanos un fitoplanktona noārdīšanos (23.tab.). M.Toorns (Toorn, 1958) uzskatīja, ka reņģes ikrī veiksmitīgi attīstās tāpēc, ka tie atrodas vietās ar efektīgu aerāciju, kuru nodrošina viļņu darbība un straumes, bet nārsta laikā nelabvēlīgi apstākļi rodas, kad notiek strauja fitoplanktona attīstība un ir silts, bezvēja laiks. Domājams, ka daudzos gadījumos skābekļa deficīts ir galvenais iemesls ikru bojāejai. Visos gadījumos, kad ikrī atradās tieši uz grunts - akmeņiem, oļiem vai gliemeņu čaulām, tika novērota 100% ikru mirstība, kas liecina, ka uz pašas grunts attīstības apstākļi ikrīem ir pilnīgi nepiemēroti. Acīm redzot, skābekļa deficīts, galvenokārt, novērojams šaurā ūdens slānī pie grunts, kur uzkrājas un sadalās organisko vielu paliekas. Tādas parādības tika novērotas nārsta vietās pie Zviedrijas piekrastes; dažreiz tur konstatēts pat pilnīgs skābekļa deficīts un sērūdeņraža klātbūtne (Aneer, Nellbring, 1982).

Ekspimentālie darbi, kurus veica E.Brauns (1985) ar reņģes ikrīem novietotiem dažādā attālumā no grunts, pierādīja, ka, jo tuvāk ikrī atradās gruntij, jo augstāka bija to mirstība. Acīm redzot, ja šāda parādība būtu raksturīga Rīgas jūras līcim, ikru attīstības sekmīgumam uz dažāda izmēra ūdensaugiem būtu jābūt atšķirīgam. Pēc saviem izmēriem un uzbūves aļģes, kuras ir sastopamas Rīgas jūras līdī, var iedalīt trijās grupās: 1) *Fucus vesiculosus*, 2) *Furcellaria lumbricolis*, 3) pie dažādām sistemātiskām grupām piederošās pavedienvēda aļģes - *Cladophora spp.*, *Ceramium spp.*, *Sphacellaria arctica*, *Polysiphonia nigrescens*. *Fucus vesiculosus* izmēri ir 20-30cm, *Furcellaria lumbricolis* - 8-12cm, un abām šīm sugām ir raksturīgs samērā stingrs laponis. Pie trešās grupas piederušo aļģu garums ir 5-20cm, bet, sakarā ar pavedienvēda raksturu, tās atrodas tuvu gruntij, to noklādamas. *Furcellaria lumbricolis* un pavedienvēda aļģu uzbūve nosaka ikru retinātāku izvietojanos nekā uz *Fucus vesiculosus*, uz kura ikrī bieži ir sastopami lielākās vai mazākās grupās, bieži 2-3 kārtās. L.Rannaka (Раннак, 1958) uzskatīja, ka reņģe biežāk nērš ikrus uz sārtaļģēm un retāk uz *Fucus vesiculosus*. L.Lisivņenko (Лисивненко, 1963) uzskatīja *Furcellaria lumbricolis* par svarīgāko aļģi, kas kalpo par nārsta substrātu reņģei.

Ikru mirstības salīdzināšana uz dažādiem ūdensaugiem, kuri tika ievākti no vienādiem dziļumiem vienās un tajās pašās vietās, deva sekojošus rezultātus (24.tab.).

Vissliktākie apstākļi ikru attīstībai tika novēroti uz pavedienveida aļģēm. Uz tām ikru mirstība bija vienmēr augstāka nekā uz *Fucus vesiculosus* un *Furcellaria lumbricolis*. Domājams, ka uz pavedienveida aļģēm ikriem bija visnelabvēlīgākie skābekļa apstākļi, jo tie atradās vistuvāk gruntij. Ikri ar savu svaru nospieda pavedienalģes pie grunts, bet gadījumos, kad to bija ļoti daudz, tie tās pilnībā nosedza. Tikai uz šīm aļģēm tika novērota ikru apdzīšanās ar dažādām sīkām dūņu un smiltis daļiņām.

Ikru mirstības salīdzinājums uz *Fucus vesiculosus* un *Furcellaria lumbricolis* rāda, ka lielākajā daļā gadījumu šīs atšķirības ir nenozīmīgas. Tajos gadījumos, kad ikru mirstība bija lielāka uz *Furcellaria lumbricolis*, bija nepietiekams skābekļa daudzums ūdenī un vairāk izdzīvoja ikri, kuri atradās augstāk no grunts. Gadījumos, kad ikru mirstība bija augstāka uz *Fucus vesiculosus*, lielāka nozīme bija ikru izvietojuma raksturam uz ūdensaugiem, bet uz *Furcellaria lumbricolis*, pateicoties tās stipri sazarotajam laponim, ikri izvietojas vienmērīgāk.

Piekrastes zonā skābekļa koncentrāciju ūdenī pamatā nosaka viļņu darbība un ūdensaugu fotosintēze. Tā kā aļģu biomasa samazinās ar dziļumu, kā arī viļņu iedarbība mazākā dziļumā ir spēcīgāka, varētu sagaidīt, ka ikru izdzīvošanai dažādā dziļumā būtu jāatšķiras un jāsamazinās ar dziļumu. Atsevišķu nārstu gadījumos, kad ikri atradās dažādā dziļumā uz vienādiem augiem un to blīvumi īpaši neatšķiras (līdz 20%), ikru mirstības salīdzinājums dots 25.tabulā.

Visos gadījumos, izņemot vienu, ikru mirstība palielinājās, pieaugot ikru atrašanās dziļumam. Mazākā dziļumā ikru attīstībai ir labāki apstākļi, pateicoties sekojošiem iemesliem. Pirmkārt, te notiek efektīvāka ūdens sajaukšanās viļņu darbības rezultātā, otrkārt, te ir labāk attīstīta ūdensauguīga, kas producē skābekli, un treškārt, mazākā dziļumā ūdensaugu izmēri ir lielāki, un ikri atrodas augstāk virs grunts.

24.tabula

Ikru mirstība (%) uz dažādiem ūdensaugiem

<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Furcellaria lumbricolis</i>	Pavedlervēda aļģes
10.7	40.1	
38.4	22.4	
32.8	19.1	
68.4	78.0	
27.3	32.8	
58.6	56.4	
83.9	86.7	
86.3	92.9	
98.2	97.2	
98.9	99.4	
23.9	50.3	
44.6	24.7	50.0
15.4	21.6	100.0
96.1		100.0
35.8		98.6
	68.2	100.0
	56.4	92.6
86.1		96.7
6.0	17.9	
63.8		86.9

Daudzām *Clupea* ģints sugām viens no nozīmīgākajiem faktoriem, kas nosaka ikru attīstības sekmīgumu, tiek uzskatīts iznērsto ikru klājumu izvietojuma blīvums (Ганкина, 1968; Галкина, 1971; Taylor, 1971; Душкина, 1988). Mākslīgi apaugļoto ikru inkubācijas rezultāti parādīja, ka ikru mirstība ir atkarīga no ikru izvietojuma blīvuma (sk. tālāk). Tomēr dabīgos apstākļos dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās 1985.-1988. gadu periodā tikai 1986.gadā tika konstatēta pozitīva korelācija starp atsevišķu nārstu ikru izvietojuma blīvumu un ikru mirstību tajos (26.tab.).

25.tabula

Atsevišķu nārstu ikru mirstība dažādos dziļumos.

Datums	Ikru mirstība (% no kopējā ikru skaita paraugā) dažādos dziļuma diapazonos (m)				
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
13.06.1985		86.8	63.9		
09.06.1986		9.0	15.8		
16.05.1986				51.1	100.0
15.06.1986	13.9	49.2			
02.06.1987		91.6	93.7	100.0	
24.06.1987		10.3	14.4		
25.06.1987			12.4	32.1	
22.05.1987			25.0	36.5	
03.06.1987			9.6	22.5	
17.06.1987		10.2	25.9		
19.05.1988		75.2	89.6	95.8	99.0
23.06.1988		32.8	50.7	73.4	

1986.gadā nārstam dienvidaustrumu piekrastē bija raksturīga visplašākā ikru izvietojuma blīvumu amplitūda, tajā pašā laikā atsevišķo nārstu ikru attīstība noritēja visai šaurā ūdens temperatūru diapazonā (sk. 7.tab.). Kā jau bija teikts iepriekš, Rīgas jūras līcī pašlaik ikru izvietojuma blīvumi ir ievērojami pieauguši salīdzinājumā ar piecdesmitajiem un sešdesmitajiem gadiem. Ikru blīvuma pieaugumam, bez šaubām, ir ievērojama nozīme ikru mirstības palielināšanā. Ikru klājumos ar augstu izvietojuma blīvumu pasliktinās ikru elpošana, vielu maiņas produktu izdalīšanās, pieaug bojā gājušo ikru ietekme uz dzīvajiem ikriem, ātrāk attīstās un izplatās mikroorganismi, sevišķi saprolegnija. Saprolegnijas sēnītes

26.tabula

Korelācijas koeficienti starp atsevišķu nārstu izvietojuma blīvumiem un ikru mirstību tajos 1985.-1988. gados.

Gads	Korelācijas koeficients
1985	0.21
1986	0.72
1987	-0.05
1988	-0.01

attīstība iesākas uz beigtajiem ikriem, tās hifi pāriet uz dzīvajiem ikriem un pasliktina to saistību ar apkārtējo vidi, nereti izsaucot ikru bojāeju vai apgrūtinot kāpuru izkļūšanu no ikru apvalka izšķīšanās procesā. Jo lielāks ir ikru izvietojuma blīvums, jo ātrāk izplatās saprolegnija. Šis process paātrinās arī, pieaugot ūdens temperatūrai. 1987.gadā nārsta sākumā, kad ikru attīstība norisinājās ļoti zemā temperatūrā, kurā saprolegnija neattīstījās, ikru mirstība, salīdzinājumā ar citiem gadiem, bija relatīvi zema, lai gan ikru izvietojuma blīvumi bija ļoti augsti (sk. 4.tab.).

Sakarā ar to, ka ikru izdzīvošana ir atkarīga no vesela faktoru kompleksa - skābekļa koncentrācijas, substrāta, dziļuma, piesārņojuma ietekmes, tad tikai 1986.gadā tika novērota ikru mirstības atkarība no ikru izvietojuma blīvuma.

Raksturojot daudzslāņu ikru klājumus, atsevišķi jāatzīmē gadījumi, kad ikri atradās tieši uz dažādiem substrātiem - akmeņiem, oļiem, gliemeņu čaulām. Kā jau tika minēts iepriekš, vislielākie ikru izvietojuma blīvumi tika novēroti, kad ļoti liels skaits reņģes nārstoja uz nelielām pavedienveida algēm *Polysiphonia*, *Sphacellaria*, *Ceramium*. Dažos gadījumos ikru bija tik daudz, ka tie ar savu svaru piespieda ūdensaugus pie grunts, izveidojot blīvus ikru "paklājus". Šajos gadījumos ikru daudzums svārstījās no 1 līdz 2.6 miljoniem gabalu uz 1m², bet ikru slāņu skaits no 3 līdz 10. Visos gadījumos ikri simtprocentīgi aizgāja bojā. Ikru masveida mirstība parasti iestājās gastrulācijas stadijas beigās. Ikru attīstība norisinājās atšķirīgāk un tai bija raksturīgas iezīmes salīdzinājumā ar procesiem, kuri novēroti klusā

okeāna silķes ikru attīstībai, kuri atradās vairākos slāņos. Kļusā okeāna silķei tika konstatētas krasas atšķirības embriju attīstības tempā, mirušo ikru un anomālo embriju skaitā atkarībā no slāņa, kurā atradās ikri; zemākajos slāņos embrionālā attīstība aizkavējās, pieauga mirušo un kropšīgo embriju skaits (Ганкина, 1968; Hempel, Schubert, 1969; Дюкина, 1968). Rīgas jūras līdī reņģei daudzslāņu ikru klājumos mēs novērojam, ka beigtie ikri vispirms atsevišķu grupu veidā parādās vidējos slāņos. Pēc kāda laika ikri, kuri atradās blakus beigtajiem ikriem, sāka zaudēt caurspīdīgumu, embriju attīstība apstājās. Apakšējos un virsējos slāņos beigto ikru bija mazāk, taču līdz attīstības stadijai, kad embrija astes daļa sāka atdalīties no dzeltenuma maisa, minētais process izplatījās arī līdz ārējiem slāņiem. Līdzīgu ainu mēs novērojam ar mākslīgi apaugļotajiem ikriem, kuri attīstījās Petri traukos, ja ikri tika atstāti grupās, kurās bija vairāk par 10 ikriem. Gastrulācijas stadijā šādu grupu iekšpusē atsevišķi ikri sāka bālet, zaudēt caurspīdīgumu un gāja bojā. Pakāpeniski šis process izplatījās uz ikru grupas malām, un dzīvi palika tikai tie ikri, kuri atradās pašā ārpusē un bija maz saistīti ar pārējiem. Atšķirības attīstības tempā netika novērotas ne nārsta vietās, ne inkubējot mākslīgi apaugļotos ikrus. Laikā, kad ikri sāka zaudēt caurspīdīgumu un kļuva bāli, embriju attīstība apstājās, un tie aizgāja bojā. Kā galvenais cēlonis ikru bojāejas iesākumam noteikti jāmin skābekļa deficīts un grūtības aizvadīt vielu maiņas produktus. Vēlāk beigtajiem ikriem sadaloties, tie negatīvi ietekmē blakus esošos ikrus. Kad ūdens sasniedz 8-10°C temperatūru, uz beigtajiem ikriem sāk attīstīties saprolegnija, vēl vairāk pasliktinādama ikru attīstības apstākļus.

Daudzi zinātnieki uzskata, ka ūdens temperatūra ir svarīgākais faktors, kas nosaka ikru izdzīvošanas sekmīgumu. Tas ir faktors, kura ietekme uz Baltijas reņģes ikru attīstību ir pētīta visbiežāk. Paaugstinoties ūdens temperatūrai, tika novērota ikru mirstības palielināšanās (Паннак, 1970), un dažos Baltijas jūras rajonos konstatēta pozitīva korelācija starp šiem diviem rādītājiem (Oulasvirta et al, 1983; Паңд, 1989). E.Оjaveers (Оявеер, 1988) uzskata ūdens temperatūru par galveno faktoru, no kura ir atkarīgs embrionālās attīstības sekmīgums. 7°C ūdens temperatūra ir noteikta kā optimālā Baltijas reņģes embrionālajai attīstībai (Оявеер, 1981). Tomēr mūsu novērojumu rezultāti liecina, ka gados, kad nārsts iesākās parastos termiņos, lielākā daļa zivju nārstoja augstākā ūdens temperatūrā, bet gados, kad nārsts aizkavējās, kā tas bija 1987.gadā, zemākā ūdens temperatūrā par

optimālo. Domājams, ja 7°C temperatūra būtu optimālā reņģes iķu attīstībai, reņģes nārsts pie ievērojami atšķirīgām, augstākām ūdens temperatūrām varētu būt sagaidāms kā izņēmums atsevišķos gados, kad nārsta apstākļi krasi atšķiras no parasti novērotajiem daudzgadīgā skatījumā. Turpretim reņģes masveida nārsts ievērojami augstākā ūdens temperatūrā, kas mūsu pētījumos tika novērots pietiekoši ilgā laika periodā - 1985.-1988.gados, liek secināt, ka 7°C nav optimālā temperatūra liča reņģes embrionālajai attīstībai, bet gan kādai no jūras reņģes populācijām.

E.Ojaveers (Ojaveer, 1988) uzskata, ka liča reņģes nārsts augstākā ūdens temperatūrā ir par pamatu tam, ka tai, salīdzinājuma ar jūras reņģi, ir plašāka paaudžu ražības amplitūda (sk.19.attēlu). To nosaka tas, ka liča reņģes embrionālā attīstība norisinās pie augstākas ūdens temperatūras par optimālo, kā rezultātā embrijiem var izveidoties dažādas anomālijas un samazināties izdzīvošanas līmenis. Domājams, ka liča reņģes paaudžu ražības svārstības ir vairāk izteiktas nekā jūras reņģei tāpēc, ka atšķiras šo divu populāciju ziemošanas apstākļi. Klimatiskie apstākļi Rīgas jūras līcī ir kontinentālāki nekā Baltijas jūras atklātajā daļā, tāpēc līcī ziemošanas apstākļi atšķiras krasāk starp dažādiem gadiem un līdz ar to arī liča reņģes fizioloģiskais stāvoklis, kas ir lielā mērā ziemošanas apstākļu nosacīts. Ziemas bardzības novērtējumam Rīgas jūras līcī tiek izmantots rādītājs - gaisa mīnus temperatūru summa Rīgā. Šī rādītāja maksimālā vērtība ir 20 reizes lielāka par minimālo. 1987.gadā, kad bija barga ziema un vels pavasaris, liča reņģes fizioloģiskais stāvoklis un iķu kvalitāte bija daudz sliktāki nekā jūras reņģei. Tāpēc nārsta sezonas otrajā pusē, kad, galvenokārt, nārstoja liča reņģe, tika novērots liels skaits mātīšu ar rezorbētiem iķiem, un nārsta vietas tika konstatēta iķu atdalīšanās no substrāta.

Ūdens temperatūra ietekmē reņģes embrionālo attīstību nevis tieši, bet pastarpināti, t.i. izmainot citu faktoru ietekmes pakāpi. Iķu mirstības palielināšanās, paaugstinoties ūdens temperatūrai, acīmredzot, ir saistīta ar skābekļa koncentrācijas samazināšanos (sk. 23.tab.), pastiprinātu mikroorganismu un sēnīšu, sevišķi saprolegnijas, attīstību, paātrinātiem beigto iķu sadalīšanās un organisko vielu oksidācijas procesiem. Nārsta sezonas beigās, kad parasti tiek novērota augstākā ūdens temperatūra, nārsto jaunākās reņģes vecuma grupas (divgadnieki), kurām ir zemāka iķu kvalitāte (Birjukow, Shapiro, 1971).

Dienvidastrumu piekrastēs nārsta vietās 1985.-1988.gadu periodā tikai 1985.gadā konstatēta nozīmīga pozitīva korelācija starp atsevišķu nārstu ikru mirstību un ūdens temperatūru, kurā noritēja šo ikru attīstība ($r=0.64$). Citos gados šāda atkarība netika atrasta (27.tab.).

27.tabula

Korelācijas koeficienti starp atsevišķu nārstu ikru mirstību un ūdens temperatūru ikru attīstības laikā dažādos gados.

Gads	Korelācijas koeficients
1985	0.64
1986	-0.18
1987	0.31
1988	0.03

Jāatzīmē, ka 1985.gada nārstam bija raksturīgi vidēji ikru izvietošana blīvumi, un atsevišķo nārstu ikru attīstība norisinājās plašā ūdens temperatūru diapazonā.

Daudzām *Clupea* ģints sugām svarīgākais ikru mirstības cēlonis ir tas, ka ikrus apēd citas zivis vai ūdensputni (Ганкина, 1961; Hempel, Hempel, 1971; Outram, Humphreys, 1974). No zivīm ar Baltijas reģes ikriem barojas lucītis (*Zoarces viviparus* L.), bet no ūdensputniem kākaulis (*Clangula hyemalis* L.) (Scabell, 1989). Septiņdesmito gadu beigās lucīša krājumi Rīgas jūras līdī krasī samazinājās un saglabājās zemā līmenī astoņdesmitajos gados. Mūsu ūdenslīdēji novēroja, ka lucītis koncentrējas vietās ar iznēršiem ikriem un barojas ar tiem. Domājams, ka tad, kad lucīša krājumi atradās labā stāvoklī, tam bija liela nozīme starp faktoriem, kuri noteica reģes ikru bojāeju. Astoņdesmitajos gados lucītis nevarēja apēst lielus reģes ikru daudzumus, bet, tā krājumiem pieaugot, lucītis var sākt nopietni ietekmēt reģes atražošanas sekmīgumu.

Kākauļa bari parasti tika novēroti piekrastēs joslā maija pirmajās divās dekādēs, bet vēlāk tie aizlidoja. Vairākkārt tika konstatēts, ka kākauļi koncentrējās vietās, kur atradās iznērštie ikri, ar kuriem tie, acīm redzot, barojās, kā tas tika pierādīts pie Rīgenas salas (Scabell, 1989). Ņemot vērā, ka kākauļi nārsta vietu rajonos sastopami tikai nārsta sākumā, kad lielākā

daļa reņģes vēl nav nārstojuši, var uzskatīt, ka to ietekme uz reņģes atražošanu nav sevišķi liela. To nozīme pieaug gados, kad nārsts iesākas agri.

Ikru mirstība atsevišķajiem nārstiem Rīgas jūras līcī bija stipri atšķirīga, un mūsu novērojumos bija robežās no 1% līdz 100%. Tas bija saistīts ar to, ka ikru attīstība norisinās stipri atšķirīgos apkārtējās vides apstākļos. G.Hempels (1971) uzskata, ka beigto ikru daudzumu nosaka mirstības līmenis ikru attīstības sākuma stadijās un kāpuru izšķīlšanās periodā. Ir arī pētījumi, kuri norāda, ka embrionālās attīstības gaitā beigto ikru daudzums pakāpeniski palielinās (Фридланд, 1951; Ганкина, 1968; Оjaveer, 1981). Pamatojoties uz paraugiem, kuri tika ievākti nārsta vietās, var teikt, ka mirstība ikru attīstības gaitā palielinās. Tas pats tika novērots mākslīgi apaugļoto ikru inkubācijā, lai gan bija novērojamas atšķirības starp variantiem, kuros ikri tika atstāti pa vienam un kuros tie atradās grupās. Variantos ar atsevišķi atstātiem ikriem procentuāli visvairāk embriji gāja bojā attīstības sākuma stadijās, turpretim ikriem grupās beigto ikru skaits ievērojami pieauga embrionālās attīstības beigu stadijās un kāpuru izšķīlšanās procesā (33.tab.).

Beigto ikru skaita palielināšanās nārsta vietās notika atšķirīgi dažādiem atsevišķajiem nārstiem, ko noteica gan dažādo vides faktoru iedarbība, gan iznērsto ikru izvietojuma blīvums un kvalitāte. Gadījumos, kad ikri tika atrasti drostalošanās stadijā, beigto ikru bija ļoti maz, maksimāli 2%. Jau no gastrulācijas (epibolijas) stadijas beigto ikru daudzums dažādos paraugos stipri atšķīrās. Lielākajai daļai paraugu ikru mirstība atradās no 0 līdz 25% robežās, bet divos gadījumos pat 54.5% un 94.5%. Ikru attīstības tālākajā gaitā, sevišķi blīvos ikru klājumos, tika novērota krasa beigto ikru daudzuma palielināšanās.

Attīstības stadija, kurā notika krasa beigto ikru skaita palielināšanās, katrā konkrētā gadījumā bija atšķirīga un bija atkarīga gan no iznērsto ikru izvietojuma blīvuma, gan saprolegnijas attīstības, gan ūdens temperatūras, gan skābekļa koncentrācijas ūdenī un, iespējams, arī piesārņojuma, jo dažreiz paaugstināta ikru mirstība tika novērota gadījumos, kad izklaidus iznērsti ikri attīstījās uz ūdensaugiem, kā, piemēram, vienam no atsevišķajiem nārstiem 1988.gadā (28.tab.).

28.tabula

Ikru mirstība (%) tās attīstības gaitā vienam no atsevišķajiem nārstiem 1988.gadā.

Datums	Attīstības stadija	Beigto ikru daudzums(%) no kopējā ikru daudzuma paraugā	Ūdens temperatūra (°C)
16.06	Elastodisks	0.39	12.0
18.06	Astes daļas atdalīšanās no dzeltenuma maisa	49.23	14.3
20.06	Acu pigmentācijas sākums	62.50	15.3
22.06	Firms kāpuru izšķīšanās	82.46	16.5

29.tabulā parādīta cita atsevišķa nārsta ikru attīstības gaita, kad krasākais mirstības pieaugums notika embrionālās attīstības beigu posmā, kad sakarā ar ūdens temperatūras celšanos, sāka strauji attīstīties saprolegnija.

29.tabula

Ikru mirstība (%) tās attīstības gaitā vienam no atsevišķajiem nārstiem 1985.gadā.

Datums	Attīstības stadija	Beigto ikru daudzums(%) no kopējā ikru daudzuma paraugā	Ūdens temperatūra (°C)
18.05	Gastrulācija	0.98	3.3
24.05	Astes daļas atdalīšanās no dzeltenuma maisa	9.03	7.3
27.05	Acis gandrīz pilnīgi pigmentētas	43.97	9.9
28.05	Firms kāpuru izšķīšanās	74.60	11.1

iznērsto ikru klājumiem, kuriem bija dažādi blīvumi, bet kuri attīstījās vienādos ūdens temperatūras, dziļuma un substrāta apstākļos, bija novērojamas atšķirības beigto ikru skaita pieaugumam embrionālās attīstības gaitā. Parasti ikru klājumiem ar augstu izvietojuma blīvumu viskrasākais embriju mirstības kāpums tika novērots embrionālās attīstības beigu stadijās (30.tab.).

L.Duškina (Душкина, 1974, 1988) uzskata, ka siļķes ikru izdzīvošanas sekmīgumu embrionālās attīstības periodā nosaka normālo izšķīlušos kāpuru skaits, jo dažreiz nelabvēlīgu faktoru ietekmē var izšķīsties liels daudzums kāpuru ar dažādām anomālijām, kas var būtiski ietekmēt to tālāko izdzīvošanu. Pētījumu gaitā dienvidaustrumu piekrastē vairākas reizes tika ņemti ikri, kuri atradās kāpuru izšķīšanās stadijā, un tie tika ievietoti traukā ar jūras ūdeni. Parasti ūdens temperatūras paaugstināšanās ikru pārvietošanas gaitā stimulēja kāpuru izšķīšanos. Pēc kāpuru izšķīšanās tie tika saskaitīti, uzskaitīti tika arī kāpuri, kuriem bija kādas anomālijas un beigtie ikri (31.tab.).

30.tabula

Ikru mirstība (%) embrionālās attīstības gaitā diviem atsevišķiem nārstiem ar atšķirīgiem ikru izvietojuma blīvumiem 1987.gadā.

Datums	Attīstības stadija	Mirstība	
26.05	Gastrulācijas beigas	6.61	
29.05	Astes daļas atdalīšanās no dzeltenuma maisa		7.26
1.06	Aste sasniegusi embrija galvu	21.85	10.64
5.06	Daļēja acu pigmentācija		73.21
8.06	Pirms kāpuru izšķīšanās	24.90	75.95
Ikru daudzums uz 1m ²		128500	1287000

31.tabula

Reņģes embriju izdzīvošana (%) dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās, kas tika novērtēta pēc kāpuru izšķilšanās maksimālos apstākļos.

Datums	Beigtie ikri	Izšķīlušies kāpuri	
		Normālie	Anomālie
31.05.1985	22.1	77.6	0.3
13.06.1985	78.7	18.8	2.5
28.05.1986	54.7	43.0	2.3
19.06.1986	10.5	85.0	4.5
24.06.1986	69.9	29.6	0.5
19.06.1987	45.6	40.7	13.7

Kā rāda rezultāti, līdz ar normāliem kāpuriem izšķīlas arī tādi, kuriem novērojamas dažādas anomālijas - saīsināts vai izliekts ķermenis, vai kāpuriem nav dzeltenuma maisa, un tie, domājams, aizies bojā kāpuru stadijā. Tādejādi reņģes embrionālās attīstības izdzīvošanas līmenis, kuru nosaka tikai pēc dzīvo ikru skaita pirms izšķilšanās, nedaudz palielina šī procesa sekmīgumu. Sevišķa nozīme tam var būt gados, kad ir nelabvēlīgi nārsta apstākļi vai slikts zivju fizioloģiskais stāvoklis, kā tas bija 1987.gadā, kad, kā redzams no 31.tabulas, anomālo kāpuru daudzums bija vislielākais. Diemžēl, šādu darbu lielās darbietilpības dēļ, tos var veikt tikai nelielai daļai no atsevišķajiem nārstiem.

Saldzinājumā ar piecdesmitajiem-sešdesmitajiem gadiem, Rīgas jūras līcī ir ievērojami pieaugusi reņģes ikru mirstība. Lielā mērā to ir izraisījušas ekoloģisko apstākļu izmaiņas un ar tām saistītās nārsta vietu sašaurināšanās un reņģes nārsta uzvedības izmaiņas. Pēdējās ir par cēloni tam, ka pieauguši iznērsto ikru blīvumi un vairs nav novērojams tāds svarīgs reņģes pielāgojums, kā nārsta pārvietošanās uz dziļumu, pieaugot ūdens temperatūrai. Piesārņojums negatīvi ietekmē ikru attīstību, jo visaugstākā ikru mirstība konstatēta nārsta vietās, kas atrodas vistuvāk līča vispiesārņotākajai dienvidu daļai. Tomēr, domājams, ka piesārņojuma ietekme nav tieša, bet

pastarpināta. Tā ietekmē samazinās skābekļa saturs ūdenī un ūdens caurspīdīgums, kas, savukārt, ietekmē ūdensaugu augšanu un izplatību. Izzūdot ūdensaugiem dziļāk par 6-7 m, ir sašaurinājušās reņģes nārsta vietas un pleauguši iznērsto ikru bļivumi.

Ikru mirstību, pirmkārt, izraisa nepietiekamais skābekļa saturs ūdenī, sevišķi šaurā slānī pie grunts. Svarīgi faktori, kas ietekmē ikru izdzīvošanu, ir iznērsto ikru bļivums, substrāts, saprolegnijas attīstība uz ikriem un ūdens temperatūra. Domājams, ka ūdens temperatūras ietekme uz embrionālās attīstības sekmēm nav tieša, bet, paaugstinoties ūdens temperatūrai, tā pasliktina ikru izdzīvošanas apstākļus, jo samazinās skābekļa saturs ūdenī, paātrinās organisko vielu noārdīšanās un saprolegnijas attīstība.

Mākslīgi apaugļoto ikru inkubēšana

Mākslīgi apaugļoto ikru inkubēšanas galvenais mērķis bija noskaidrot iznērsto ikru izvietoējuma blīvuma ietekmi uz embrionālās attīstības sekmīgumu. Eksperimenti tika veikti Petri traukos, kas tika uzglabāti telpā ar samērā zemu, bet nepastāvīgu temperatūru, kas darba laikā svārstījās 4-14°C robežās. Mākslīgai apaugļošanai no stāvvadiem tika ņemtas reņģes ar tekošiem dzimumproduktiem, kuras pusstundas laikā traukos ar ūdeni tika nogādātas krastā. Lai gan daudzi autori (Blaxter, 1955; Крыжановский, 1955; Дюшкина, 1975) norāda, ka *Clupea* ģints sugām ikri ilgi saglabā apaugļošanās spējas, mūsu darbos, apaugļojot beigtas mātītes ikrus, neapaugļoto ikru skaits bija ļoti liels vai ikri pavisam neapaugļojās pēc tam, kad tie 1-2 stundas atradās beigtas mātītes ķermenī. Apaugļojot ikrus, kuri bija paņemti no dzīvas mātītes, apaugļoto ikru skaits sastādīja 95-100%, vidēji 98.83% no kopējā ikru daudzuma.

Mūsu pirmie mākslīgi apaugļoto ikru inkubēšanas mēģinājumi parādīja, ka Petri traukos ikru attīstība lielākās grupās noritēja ļoti nesekmīgi. Embrionālās attīstības stadijā, kad notīrējās embrija ķermeņa valnītis, ikru grupu iekšpusē daži ikri kļuva necaurspīdīgi, pārstāja attīstīties un gāja bojā. Pakāpeniski šis process izplatījās uz tiem ikriem, kuri saskārās ar beigtajiem, un rezultātā gāja bojā visi ikri, kuri atradās ikru kopā. Tāpēc mūsu eksperimentu sērijās vienas mātītes ikri Petri traukos tika atstāti divos veidos: vienā variantā visi ikri atradās atsevišķi, nesaskaroties cits ar citu; otrajā ikri tika atstāti grupās pa 2-4 ikriem. Kopējais ikru skaits vienā Petri traukā bija vidēji 100 gabalu.

Iznērsto ikru blīvuma ietekme uz embrionālās attīstības sekmīgumu ir pētīta gan lauku apstākļos (Ганкина, 1968), gan arī eksperimentos (Taylor, 1971), un tajos tika konstatēts, ka, pieaugot ikru klājumu blīvumam (slāņu skaitam), samazinās izšķīlušos kāpuru skaits, tiek novērota attīstības aizkavēšanās, paaugstināta mirstība un pieaug anomālo kāpuru skaits, sevišķi apakšējos slāņos (Galkina, 1971). Ņemot vērā, ka Baltijas reņģei daudzslāņu klājumi līdz pēdējam laikam nebija raksturīgi, un, pēc mūsu domām, to parādīšanās nārsta vietās noīkusi nelabvēlīgo izmaiņu dēļ, var pieņemt, ka pat neliela ikru izvietoējuma blīvuma palielināšanās izraisīs būtiskas atšķirības ikru attīstībā. Šīs atšķirības tika novērotas eksperimentā,

kad vienas māfītes ikru attīstība tika salīdzināta variantos ar atsevišķiem un grupās atstātiem ikriem (32.tab.).

32.tabula

Iznērsto ikru blīvuma ietekme uz embrionālās attīstības raksturu un kāpuru izmēriem.

Varianta Nr.	Atsevišķi atstātie ikri		Ikri grupās	
	Normālie kāpuri (%)	Kāpuru vidē- jais garums (mm)	Normālie kāpuri(%)	Kāpuru vidē- jais garums (mm)
1	69.5	6.56	8.4	5.87
2	56.0	6.96	42.5	6.75
3	17.1	6.38	4.7	5.60
4	72.9	6.78	47.7	6.21
5	39.5	5.89	29.9	5.82
6	91.0	6.09	55.4	5.76
7	89.6	6.26	75.8	5.78
8	80.5	6.20	54.2	5.96
9	75.5	6.06	68.5	5.65
10	61.5	6.26	56.8	5.99
11	80.5	6.26	51.7	6.00
12	59.1	6.00	32.3	5.65
13	72.5	5.98	65.7	5.83
14	52.0	7.44	23.6	6.80
15	45.6	7.61	8.7	7.10

Atsevišķi atstātajiem ikriem attīstības sekmīgums vienmēr bija augstāks nekā grupās atstātajiem. Arī izšķīlušos kāpuru izmēri bija lielāki variantos ar atsevišķajiem ikriem. Lielākoties (80%) kāpuru izmēri variantiem būtiski atšķīrās pēc Studenta kritērija. Galvenais cēlonis dotajām parādībām bija beigto ikru negatīvajai ietekmei uz dzīvajiem. Beigtajiem ikriem sadaloties, izdalās vielas, kas negatīvi ietekmē blakus esošos dzīvos ikrus. Embrionālās attīstības beigu stadijās uz beigtajiem ikriem attīstījās saprolegnija, kas

pārgāja uz dzīvajiem. Šo iemeslu dēļ variantos ar ikriem grupās daudz ikru gāja bojā embrionālās attīstības beigās vai kāpuru izšķīšanās laikā. Tas izpaudās arī ikru mirstības dinamikā ikru variantiem ar dažādiem blīvumiem, kas parādīts 33.tabulā, kurā ievietoti rezultāti vienai no sērijām. Variantiem, kuros ikri attīstījās grupās, bija raksturīgs tas, ka bojā gājušo ikru ievērojama daļa novērojama kāpuru izšķīšanās stadijā, turpretim variantiem ar atsevišķajiem ikriem izšķīšanās procesā embriji maz gāja bojā vai mirstība pavisam netika novērota. Bieži grupveida variantos dzīvie ikri, kuri saskārās ar beigtajiem, attīstījās normāli, bet gāja bojā izšķīšanās procesā vai arī pilnīgi attīstītiem embrijiem izšķīšanās nenotika, un pēc dažām dienām tie nomira. Tika novērota izšķīlušos kāpuru bojāeja, kad tie sapinās saprolegniju hifos, kuri attīstījās uz blakus esošajiem beigtajiem ikriem.

Līdz ar normāliem kāpuriem tika novēroti arī anomāli. Šādiem īpatņiem bija raksturīgas sekojošas anomālijas: izliekts vai sāsināts neproporcionāls ķermenis, dzeltenuma maisa iztrūkums. 80% variantu anomālo kāpuru procentuālais daudzums no kopējā kāpuru skaita bija lielāks variantos ar grupveida ikriem, kuros bija arī augstāka ikru mirstība (34.tab.).

Visumā tika novērota parādība, kuru konstatēja L.Duškina (Душкина, 1988) dažādām silķu populācijām, ka anomālo kāpuru daudzumu bieži nosaka ikru mirstības līmenis.

Daļa ikru inkubēšanas variantu tika ierīkoti ar mērķi noteikt embrionālās attīstības ilgumu līdz noteiktām stadijām un līdz kāpuru izšķīšanās procesam. Šie dati tika izmantoti, lai aprēķinātu nārsta un kāpuru izšķīšanās laikus nārsta vietās atrastajiem ikriem. Vidējie embrionālās attīstības ilgumi līdz noteiktām stadijām parādīti 35.tabulā.

35.tabulā dotie lielumi tika pārbaudīti pēc nārsta vietās iegūtiem ikru paraugiem, kuri tika ievākti no vienas un tās pašas vietas pēc noteiktiem laika intervāliem.

Attīstības ilgums starp divām ikru paraugu ievākšanas reizēm tika noteikts pēc sekojošas formulas: $T_0 = (t_1 + t_2) \times T / 2$

kur T_0 - attīstības ilgums grādstundās,

t_1 - ūdens temperatūra, pirmoreiz ievācot ikrus,

t_2 - ūdens temperatūra, otreiz ievācot ikrus,

T - laiks stundās starp ikru ievākšanas reizēm.

Ikru mirstība (% no kopējā bojā gājušo ikru skaita) embrionālās attīstības un kāpuru izšķīšanās gaitā paraugos ar dažādu ikru blīvumu.

Datums	Attīstības ilgums grādstundās	Varianti													
		1		2		3		4		5		6		7	
		ats.	gr.	ats.	gr.	ats.	gr.	ats.	gr.	ats.	gr.	ats.	gr.	ats.	gr.
4	apaugļošana														
5	496.0	74.3	39.5	18.7	2.9	81.8	50.0	62.1	17.6	46.5	20.0	54.2	3.9	8.7	51.2
5	612.7	7.3	14.9		1.6	18.2			1.8	14.1		6.6	7.3	8.7	5.7
6	909.9	4.9	12.3	43.8	1.6			25.3	6.1	15.5	14.7	6.6	10.7	24.6	11.4
6	1036.4	2.4						6.9				2.2		33.3	
7	1312.1		1.2		1.6				4.0				7.8		
7	1507.9		1.2	15.6	7.3							2.2			
8	1726.6			21.9	3.1							8.4			
8	1937.9	1.3	1.2									2.2	7.3		
9	2121.9		2.5											7.2	
9	2292.5	1.2	9.8		20.9			5.7				6.6			5.7
10	2530.5	1.2	16.2		25.3				17.6		35.3	2.2	33.2	17.5	
10	2684.0														
11	2879.6	3.4	1.2		29.8		33.3		41.0	23.9	30.0	8.8	25.9		26.0
11	3075.4														
12	3261.6				5.9		16.7		11.9				3.9		
Normālo kāpuru skaits (%) no kopīgā ikru skaita		39.5	29.9	91.0	55.4	89.6	75.8	80.5	54.2	75.5	63.5	61.5	53.8	80.5	51.7

Ats. - atsevišķi novietoti ikri; gr. - grupās novietoti ikri; horizontālā biezā līnija tabulā norāda kāpuru izšķīšanās sākumu.

34.tabula

Ikru mirstība (%) un anomālo kāpuru daudzums (% no kopējā izšķīlušos kāpuru skaita) variantiem ar dažādu ikru izvietojuma blīvumu.

Varianta Nr.*	Atsevišķi atstātie ikri		Ikri grupās	
	Mirstība	Anomālie kāpuri	Mirstība	Anomālie kāpuri
1	24.1	8.3	91.0	6.7
2	34.3	14.8	47.1	19.6
3	68.3	46.1	93.7	25.0
4	17.5	11.5	47.7	8.9
5	45.1	28.0	56.2	31.7
6	6.4	2.7	38.3	10.1
7	3.3	7.3	4.8	20.4
8	9.2	11.4	34.2	17.6
9	7.1	18.7	17.0	23.5
10	22.7	20.4	29.7	26.5
11	9.2	11.4	21.2	31.7
12	31.8	13.3	62.6	13.5
13	21.1	8.1	26.6	10.5
14	43.1	8.6	71.9	16.0
15	52.2	-	91.3	4.5

*Variantu numuri tie paši, kas 32.tabulā

Baltijas reņģes embrionālās attīstības ilgums (grādstundas).

Attīstības stadija	Attīstības ilgums
Blastodisks	148.5+15.0
Gastrulācijas sākums	225.7+15.6
Galvas un astes nodalījumu noformēšanās	500.9+42.7
Astes daļas atdalīšanās no dzeltenuma maisa	724.7+42.2
Astes daļas aiziešana aiz embrija galvas	939.2+98.5
Acu pigmentācijas iesākšanās	1343.3+66.8
Acis ir pilnīgi pigmentētas	1835.8+77.3
Kāpuru izšķīšanās sākums	1969.9+190.8

Tika noteikta vērtība T_m (attīstības ilgums, kas aprēķināts, izmantojot datus par mākslīgi apaugļoto ikrū attīstības ilgumu) pēc formulas:

$$T_m = T_1 - T_2$$

kur T_1 - attīstības ilgums grādsundās, kas nepieciešams, lai sasniegtu attīstības stadiju, kura ir ikriem otrajā ievākšanas reizē,

T_2 - attīstības ilgums grādstundās, kas nepieciešams, lai sasniegtu attīstības stadiju, kura ir ikriem pirmajā ievākšanas reizē.

Tika salīdzinātas T un $2T_m / (t_1 + t_2)$ vērtības. Salīdzinājuma rezultāti parādīja, ka gadījumos, kad paraugi, tika ņemti pēc divām dienām, starpība bija neliela - maksimāli 3.5 stundas. Ja paraugi tika ņemti pēc 4-6 dienām, starpība attīstības laikiem, kuri tika aprēķināti pēc divām metodēm, palielinājās un atradās 5.5-13.7 stundu robežās. Visos gadījumos embrionālās attīstības ilgums, kuru aprēķināja pēc inkubācijas procesā iegūtajiem datiem, bija mazāks nekā laiks, kas tika iegūts ikrū attīstībai dabīgajos apstākļos nārsta vietās. Acīmredzot, ūdens temperatūra, kura tika izmantota aprēķiniem un kura tika mērīta nārsta vietās dienas laikā, bija nedaudz augstāka par reālo, jo neņēma vērā temperatūras pazemināšanos naktī. Tā kā kļūdai bija noteikts virziens un tā nepārsniedza 1 diennakti, kā arī nārsts parasti norisinās naktī vai agri no rīta, embrionālās attīstības ilguma datus, kuri tika iegūti, inkubējot mākslīgi apaugļotus ikrus, varēja

izmantot, lai noteiktu nārsta laiku atrastajiem reņģes līķiem un paredzētu kāpuru izšķilšanās.

Mūsu mākslīgi apaugļoto iķru inkubācijā normāla kāpuru izšķilšanās visātrāk notika pēc 1660.6 grādstundām, bet visilgāk pēc 3390.6 grādstundām; atšķirība sastādīja apmēram 2 reizes. Dati par kāpuru izšķilšanās procesa gaitu dažādās sērijās parādīti 36.tabulā.

36.tabula

Baltijas reņģes kāpuru izšķilšanās procesa gaita eksperimentu sērijās 1986. un 1987. gados.

Sērijas sākums	Izšķilšanās sākums	Masveida izšķilšanās	Izšķilšanās beigas
25.06	1685.5-1894.2	2275.3-2689.9	2689.9-3030.0
27.06	1947.8	2313.5	2763.4-3141.0
1.07	1662.5	2102.3-2495.7	2495.7-2901.6
4.07	1726.6	2121.9-2530.5	2379.6-3261.6
25.05	2200.6-2517.9	2517.9-2835.9	2517.9-3390.6
1.06	2129.3-2471.8	2471.8-2779.6	2916.6-3159.5
10.06	2304.6	2304.6-2851.4	2851.4-3136.7
12.06	2154.3-2439.6	2788.2	2788.2-3037.8
19.06	1966.8-2597.1	2278.4-2597.1	2597.1-2843.9
22.06	2147.9-2269.4	2634.9	2634.9-3133.8
27.06	1743.0-2289.1	2289.1-2599.5	2599.5-2973.7
29.06	1844.8-1990.7	2155.6-2532.5	2532.5-2903.2
6.07	1660.6	2346.0	2667.6

Vērtību diapazons, kas raksturo kāpuru izšķilšanās gaitu, parāda sēriju atsevišķo variantu galējās vērtības.

Masveida izšķilšanās, t.i. periods, kad izšķilās lielākā kāpuru daļa no kopējā kāpuru daudzuma, variēja daudz šaurākās robežās - no 2102.3 līdz 2856.4 grādstundām. Masveida izšķilšanās laikā, kas notika vienas nakts laikā, izšķilās no 35.1 līdz 100% kāpuru, bet vidēji 73 variantiem 69.7%. Atsevišķu sēriju variantiem masveida izšķilšanās aizņēma 1-2 dienas, bet viss izšķilšanās process ilga 1-5 dienas (37.tab.).

37. tabula

Baltijas reņģes kāpuru izšķilšanās procesa gaita sērijai, kura tika iesākta 1987. gada 1. jūnijā.

Datums un laiks	Izšķīlušos kāpuru skaits (gab.) atsevišķajos variantos				
	1	2	3	4	5
9. 8 ⁰⁰		16	4	2	
9. 20 ⁰⁰			2	4	1
10. 8 ⁰⁰	88	15	25	33	5
10. 20 ⁰⁰	2	3	1		4
11. 8 ⁰⁰	6	92	53	66	167
11. 20 ⁰⁰					
12. 8 ⁰⁰		2		1	1

Reņģes ikru attīstības ilgumu noteica iepriekš arī citi zinātnieki, un tas bija 2200-2376 (Писмивненко, 1957), 1952.9-2274.4 (Тоом, 1958). E. Ojaveers (Ojaveer, 1981) noteica, ka visilgāk reņģes ikri attīstījās 7°C temperatūrā, bet 12°C un 17°C temperatūrā attīstība paātrinājās un embrionālais periods saīsinājās. Laiks, kas bija nepieciešams, lai izšķīltos 50% kāpuru, svārstījās 1930 līdz 2870 grādstundu robežās.

Rezultāti rāda, ka izšķilšanās process vienas sērijas dažādiem variantiem, kuri attīstījās vienādos apstākļos, visumā ir līdzīgs. Masveida izšķilšanās norisinājās divu dienu robežās, bet variantos, kuros viss izšķilšanās process ilga 4-5 dienas, izšķilšanās procesa sākumā un beigās izšķīlušos kāpuru skaits bija procentuāli neliels (37. tab.). Starp atsevišķām sērijām, kurās attīstība norisinājās pie dažādām ūdens temperatūrām, var atzīmēt, ka bija vērojama tendence ielīgt izšķilšanās procesam gadījumos, kad kāpuru izšķilšanās laikā samazinājās ūdens temperatūra. Lielākā daļa kāpuru izšķīlās nakts laikā, bet dienā no plkst. 8⁰⁰ līdz 20⁰⁰ tikai ļoti nedaudzi. Domājams, ka kāpuru izšķilšanās laiks inkubācijas eksperimentos bija garāks, kā dabīgos apstākļos nārsta vietās. Izskaidrojams tas ir ar to, ka varianti tika ierīkoti ar atsevišķi izvietotiem ikriem, kuri nasaskāras savā starpā. Nārsta vietās, kur ikri parasti vairāk vai mazāk ir saistīti savā starpā,

kāpurī, kuri gatavojas izšķīties, izdala fermentu, kas šķīdina ikra apvalku, un tas stimulē arī blakus esošo ikru embriju izšķīšanās uzsākšanu. Tāpēc nārsta vietās izšķīšanās process parasti notiek daudz vienlaicīgāk.

Izšķīlušos reņģes kāpuru garumi bija 5.5 līdz 8.0 mm, kas bija tuvi tām vērtībām, kuras Rīgas jūras līdī iepriekš noteica Baltijas reņģei citi autori- 7.6-7.8 mm (Лисивненко, 1957), 6-7 mm (Раннак, 1958), 5.2-6 mm (Тоом, 1958). Kāpuru izmēri izšķīšanās gaitā pieauga (38.tab.), ko Baltijas reņģei iepriekš tika novērojis arī E.Ojaveers (Оявеер, 1972).

38.tabula

Reņģes kāpuru vidējie izmēri un izšķīšanās gaita (%) sērijai, kura tika iesākta 1987.gada 10.jūnijā.

Datums	Pa- ra- met-	Kāpuru izmēri (mm) un izšķīlušos kāpuru daudzums (% no kopējā izšķīlušos kāpuru skaita) variantos					
		1	2	3	4	5	6
17.06	mm	6.2	6.7	6.4	6.6	6.5	6.4
	%	2.5	10.0	36.3	52.7	50.0	27.2
18.06	mm	6.8	7.0	6.7	6.9	6.8	6.9
	%	0.9	20.0	8.0	23.0	27.3	40.7
19.06	mm	7.7	7.5	7.4	7.4	7.0	7.2
	%	65.8	70.0	53.1	24.3	22.7	32.1
20.06	mm	7.8		7.0			
	%	30.3		2.6			

39.tabulā parādīti dati par reņģes mālišu garumiem pēc Smita, ikru vidējie diametri un kāpuru vidējie izmēri masveida izšķīšanās periodā. Šie lielumi attiecas uz mākslīgi apaugļoto ikru inkubācijas variantiem, kuri tika veikti 1987.gadā ar atsevišķi atstātiem ikriem. Tiem variantiem, kuros bija liela ikru mirstība un maz izšķīlušos kāpuru, tabulā nav ievietoti kāpuru izmēri. Starp ikru diametru un izšķīlušos kāpuru izmēriem tika atrasta pozitīva korelācija ($r=0.74$), kas tika atzīmēta arī agrāk (Hempel,

33.tabula

Baltijas reņģes mātīšu un to ikru un kāpuru vidējie izmēri
1987.gada inkubācijas eksperimentos.

Nr.	Zivju garums (cm pēc Smita)	Ikru dia- mētrs (mm)	Kāpuru garums (mm)
1	12.7	1.14	5.75
2	13.0	1.23	
3	13.2	1.30	6.56
4	13.7	1.28	7.39
5	13.8	1.18	6.25
6	13.9	1.27	6.96
7	14.1	1.22	
8	14.6	1.26	7.05
9	14.7	1.12	
10	14.8	1.25	6.38
11	15.2	1.41	7.55
12	15.4	1.30	7.26
13	15.6	1.14	5.89
14	15.6	1.38	7.57
15	15.6	1.28	6.4
16	15.7	1.28	7.19
17	16.0	1.21	5.89
18	16.5	1.25	
19	16.8	1.25	6.77
20	16.8	1.41	7.53
21	16.9	1.35	7.41
22	18.0	1.30	7.41
23	18.0	1.36	7.74
24	18.2	1.24	7.22
25	18.9	1.35	7.51
26	18.9	1.36	
27	19.1	1.36	7.19
28	20.2	1.32	7.26
29	20.5	1.34	7.04
30	20.8	1.29	7.37
31	21.2	1.44	
32	21.6	1.38	7.69
33	23.2	1.40	7.49
34	23.7	1.37	7.72
35	23.9	1.38	7.49
36	24.0	1.28	6.76
37	24.3	1.40	7.82

Blaxter, 1963; Ранняк, 1970). Turpretīm starp zivju un ikru izmēriem, kā arī starp zivju un kāpuru izmēriem korelācijas ir mazāk izteiktas, attiecīgi, $r=0.59$, $r=0.49$. G.Hempels (1963) atzīmēja, ka daudzām Ziemeļjūras silķes un Baltijas jūras rietumu daļas reņģes populācijām korelācija starp ikru izmēriem un māģītes izmēriem bija nenozīmīga, un tikai jaunām māģītēm ikru izmērs pieaug līdz ar māģīšu izmēru un vecumu.

Dažādu māģīšu apaugloto ikru diametri atradās 1.12 - 1.44 mm robežās. Vienas māģītes ikru izmēru amplitūda maksimāli sasniedza 0.11mm, vidēji 0.085mm, kas bija daudz mazāk nekā ikriem, kuri tika ievākti no parauglaukumiem nārsta vietās. Paraugos no nārsta vietām ikru diametru amplitūda bija 0.30-0.35mm liela. Tas nozīmē, ka šajās vietās ikrus bija iznērsušas daudzas māģītes.

Mākslīgās inkubēšanas eksperimenti tika veikti, lai noskaidrotu, kā ikru izvietošana blīvums ietekmē ikru izdzīvošanu. Variantos ar augstāku ikru izvietošana blīvumu bija augstāka ikru mirstība, izšķīlušos kāpuru izmēri bija mazāki un augstāks anomālo kāpuru procentuālais daudzums. Tika noskaidrots reņģes embrionālās attīstības ilgums pa atsevišķām stadijām un līdz kāpuru izšķīšanai. Embrionālās attīstības ilgums līdz izšķīšanai dažādiem variantiem ievērojami atšķīrās; tā masveida izšķīšanās notika 2102.3-2356.4 grādstundu robežās. Tomēr atsevišķiem variantiem masveida izšķīšanās notika vienlaicīgāk - 1-2 dienu laikā. Izšķīlušos kāpuru garumi bija 5.5-6.0 mm un tie, galvenokārt, bija atkarīgi no ikru izmēriem, bet mazāk no reņģes māģītes izmēriem.

Rīgas jūras līča reņģes krājumu un pieļaujamo nozveju prognoze

Līča reņģes krājumu un pieļaujamo nozveju prognoze tika veikta Baltijas pelāģisko zivju darba grupā Kopenhāgenā. 1993.gadā kopējā reņģes nozveja Rīgas jūras līcī pārsniedza 26 tūkstošus tonnu un bija augstākā pēdējos 17 gados. Līča reņģes nozveja bija 22.2 tūkstoši tonnu. VPA analīzei tika aprēķināti eksemplāru skaits un vidējais svars vecuma grupās līča un jūras reņģes nozvejās. Tā kā menca pašlaik joprojām praktiski nav sastopama Rīgas jūras līcī, dabīgā mirstība tika atstāta iepriekšējo gadu līmenī ($M=0.2$). VPA rezultāti (nozvejas mirstības un krājuma eksemplāru skaits vecuma grupās) parādīti 40. un 41. tabulās. Pēdējos piecos gados nozvejas mirstība saglabājas salīdzinoši zemā un pastāvīgā līmenī, bet reņģes krājumi pēdējos gados pieaug (42.tabula).

1994.-1996.gadu prognozei vidējie svāri tika aprēķināti kā 1991.-1993.gadu vidējās vērtības. Līča reņģes vidējie svāri saglabājas zemā līmenī, un tuvākajos gados to paaugstināšanās nav sagaidāma (Korņilovs et al, 1992). Nozvejas mirstība 1994.-1996.gadiem tika aprēķināta kā 1991.-1993.gadu vidējā vērtība, kas tika pieskaņota 1993.gada vērtībām. Dabīgā mirstība tika saglabāta iepriekšējo gadu līmenī.

Papildinājums tika aprēķināts divējādi. Pirmajā gadījumā tika ņemta vidējā 1982.-1991.gadu vērtība (43a. tabula). Otrajā gadījumā papildinājums 1994.gadā, t.i. 1993.gada paaudzes skaits viena gada vecumā tika aprēķināts pēc regresijas vienādojuma:

$$y_{93}=231442.8 + 681508.9x_1 + 80.47125x_2$$

kur y_{93} - 1993.gada paaudzes skaits tūkstošos eksemplāru
1994.gada sākumā,
 x_1 - vidējā ūdens temperatūra Rīgas jūras līcī 1993.gada
aprīlī,
 x_2 - zooplanktona daudzums Rīgas jūras līcī 1993.gada
maijā.

Papildinājums 1995.gadā, t.i. 1994.gada paaudzes skaits viena gada vecumā tika aprēķināti pēc regresijas vienādojuma:

$$y_{94} = 7170003.3 + 953079.5x$$

kur y_{94} - 1994.gada paaudzes skaits tūkstošos eksemplāru
1995.gada sākumā,

Līda ražības nozvejas mirstība vecuma grupās no VPA analīzes 1994.gadā

Vecums	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1	0.39	0.26	0.09	0.08	0.19	0.16	0.14	0.09	0.13	0.09	0.11	0.08	0.05
2	0.86	1.02	0.40	0.35	0.38	0.59	0.57	0.46	0.17	0.30	0.23	0.30	0.18
3	0.99	0.77	0.70	0.55	0.68	0.73	0.92	0.75	0.37	0.28	0.29	0.36	0.36
4	1.11	0.81	0.80	0.61	0.66	0.90	1.16	0.74	0.45	0.61	0.25	0.44	0.41
5	0.87	0.85	0.58	0.59	0.96	0.77	1.01	0.82	0.54	0.49	0.54	0.42	0.46
6	0.90	0.73	0.85	0.61	0.64	1.34	1.12	0.76	0.49	0.65	0.48	0.69	0.50
7	1.54	0.86	1.08	0.33	1.31	0.31	1.43	0.65	0.32	0.84	0.73	0.83	0.58
8	1.11	0.81	0.81	0.54	0.86	0.81	1.14	0.75	0.44	0.58	0.47	0.66	0.48
9+	1.11	0.81	0.81	0.54	0.86	0.81	1.14	0.75	0.44	0.58	0.47	0.66	0.48

Vecums	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
1	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.06	0.03	0.04	0.05	0.06
2	0.22	0.19	0.19	0.13	0.07	0.08	0.14	0.12	0.11	0.15	0.17
3	0.45	0.43	0.43	0.25	0.20	0.22	0.30	0.31	0.19	0.26	0.20
4	0.46	0.67	0.38	0.43	0.33	0.32	0.46	0.26	0.31	0.28	0.25
5	0.47	0.76	0.49	0.37	0.60	0.42	0.38	0.45	0.29	0.44	0.35
6	0.53	0.98	0.87	0.65	0.31	0.73	0.27	0.23	0.54	0.44	0.49
7	0.56	0.80	0.69	0.85	0.34	0.48	0.25	0.11	0.52	0.53	0.42
8	0.46	0.88	0.49	0.75	0.23	0.46	0.14	0.15	0.36	0.53	0.56
9+	0.46	0.88	0.49	0.75	0.23	0.46	0.14	0.15	0.36	0.53	0.56

Līša reņģes krājuma skaits (eks. skaits miljonos) vecuma grupās no VPA analīzes 1994.gadā

Vecums	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1	1821	3803	1367	1287	1914	808	3488	841	1025	965	1090	928	1737
2	719	1061	2535	1078	1027	1367	591	2607	660	778	684	760	668
3	700	263	331	1468	655	603	654	289	1423	478	450	422	440
4	238	223	105	142	727	288	251	225	118	850	280	263	230
5	85	88	86	41	68	323	101	68	92	65	360	169	131
6	81	28	25	41	19	22	129	32	26	46	31	163	67
7	32	28	11	9	19	9	5	36	13	14	19	15	63
8	1	1	10	3	6	4	6	1	16	8	5	7	5
9+	24	1	2	2	2	4	3	1	1	6	3	1	5
Kopā	3651	5476	4472	4071	4436	3426	5228	4100	3374	3209	2922	2728	3366

Vecums	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1	1290	2280	1187	1006	3452	491	1080	3052	3324	3477	3514	0
2	1282	981	1835	935	915	2769	937	829	2419	2613	2710	2703
3	436	800	648	1246	669	823	2083	282	604	1769	1832	1874
4	238	217	424	347	797	448	409	1260	170	409	1114	1231
5	118	118	91	237	184	487	265	205	793	102	252	709
6	64	58	45	45	134	83	251	148	107	486	54	146
7	41	30	18	15	19	81	327	157	98	51	2556	27
8	28	19	11	7	5	11	41	21	115	47	25	138
9+	2	4	7	5	5	6	4	12	35	60	44	32
Kopā	3500	4486	4247	3343	6090	4973	4562	5966	7853	2034	9601	3660

42.tabula

Rīgas jūras līča reņģes krājumu raksturojums 1970.-1993.gados

Gads	Papildinājums (miljonos eksemplāru)	Kopējā krājuma biomasa (tonnas)	Nārsta krājuma biomasa (tonnas)	Nozvejas (tonnas)	Vidējā mirstība (3-7 vecuma grupām)
1970	1921	67880	37134	33196	1.11
1971	3803	86705	34391	32178	0.81
1972	1367	94676	63859	27145	0.81
1973	1287	93554	64102	27895	0.54
1974	1914	90403	55318	30850	0.85
1975	808	70221	50576	28523	0.81
1976	3488	84843	36454	27422	1.13
1977	841	69515	50164	24186	0.74
1978	1025	61591	46038	167728	0.43
1979	965	63335	44444	17142	0.57
1980	1090	66797	43948	14998	0.46
1981	928	63752	45403	16769	0.55
1982	1737	72091	41516	12777	0.46
1983	1290	77149	50923	15541	0.49
1984	2290	69928	40916	15843	0.73
1985	1167	79442	56112	15575	0.57
1986	1006	88320	66859	16927	0.51
1987	3452	92790	51993	12864	0.36
1988	491	110475	92383	16791	0.44
1989	1080	79521	59590	16783	0.34
1990	3052	121599	68070	14931	0.27
1991	3324	117185	68693	14791	0.37
1992	3477	136135	86645	21787	0.39
1993	3514	152510	94871	22200	0.34

43a.tabula

1994.-1996.gadu prognozes ievaddati
(1.variants)

Vecums	Krājuma skaits (miljonos)	Dabīgā mirstība	Vidējais svars (g)	Nozvejas mirstība
1994.gads				
1	1883	0.2	11.9	0.047
2	2703	0.2	14.2	0.135
3	1874	0.2	17.2	0.201
4	1231	0.2	20.5	0.261
5	709	0.2	23.2	0.334
6	146	0.2	24.6	0.457
7	27	0.2	26.9	0.454
8	138	0.2	31.1	0.447
9+	32	0.2	35.1	0.447
1995.gads				
1	1883	0.2	11.9	0.047
2	-	0.2	14.2	0.135
3	-	0.2	17.2	0.201
4	-	0.2	20.5	0.261
5	-	0.2	23.2	0.334
6	-	0.2	24.6	0.457
7	-	0.2	26.9	0.454
8	-	0.2	31.1	0.447
9+	-	0.2	35.1	0.447
1996.gads				
1	1883	0.2	11.9	0.047
2	-	0.2	14.2	0.135
3	-	0.2	17.2	0.201
4	-	0.2	20.5	0.261
5	-	0.2	23.2	0.334
6	-	0.2	24.6	0.457
7	-	0.2	26.9	0.454
8	-	0.2	31.1	0.447
9+	-	0.2	35.1	0.447

43b.tabula

1994.-1996.gadu prognozes ievaddati
(2.variants)

Vecums	Krājuma skaits (miljonos)	Dabīgā mirstība	Vidējais svars (g)	Nozvejas mirstība
1994.gads				
1	2552	0.2	11.9	0.047
2	2703	0.2	14.2	0.135
3	1874	0.2	17.2	0.201
4	1231	0.2	20.5	0.261
5	709	0.2	23.2	0.334
6	146	0.2	24.6	0.457
7	27	0.2	26.9	0.454
8	138	0.2	31.1	0.447
9+	32	0.2	35.1	0.447
1995.gads				
1	1289	0.2	11.9	0.047
2	-	0.2	14.2	0.135
3	-	0.2	17.2	0.201
4	-	0.2	20.5	0.261
5	-	0.2	23.2	0.334
6	-	0.2	24.6	0.457
7	-	0.2	26.9	0.454
8	-	0.2	31.1	0.447
9+	-	0.2	35.1	0.447
1996.gads				
1	1883	0.2	11.9	0.047
2	-	0.2	14.2	0.135
3	-	0.2	17.2	0.201
4	-	0.2	20.5	0.261
5	-	0.2	23.2	0.334
6	-	0.2	24.6	0.457
7	-	0.2	26.9	0.454
8	-	0.2	31.1	0.447
9+	-	0.2	35.1	0.447

x - vidējā ūdens temperatūra Rīgas jūras līcī 1994.gada aprīlī.

1994.gada paaudzes skaita aprēķināšanai tika izmantots pēdējais vienādojums tāpēc, ka vēl nebija datu par zooplanktona daudzumu Rīgas jūras līcī 1994.gada maijā (43b.tabula).

Rīgas jūras līča reņģes krājumu un pieļaujamo nozveju prognoze 1994.-1996.gadiem parādīta 44. un 45.tabulās. Saglabājoties nozvejas mirstībai pašreizējā līmenī, nozvejas būs samērā stabilas un tās svārstīsies 23.5-25 tūkstošu tonnu robežās. Atšķirības starp abiem variantiem ir nelielas, jo 1994.-1995.gadu papildinājumi ir tuvi vidējiem un pretēji vērsti (attiecīgi 135.5% un 68.5% no vidējās papildinājuma vērtības, kas izmantota 1.variantā). Kopējā un nārsta krājuma biomasa samazināsies 1995.-1996.gados, bet joprojām saglabāsies augstā līmenī.

Rīgas jūras līcī pirmsnārsta un nārsta periodos tiek zvejota arī jūras reņģe, kuras nozvejas apjomus prognozē atkarībā no jūras reņģes krājumu stāvokļa Baltijas jūras atklātajā daļā. Jūras reņģes krājumi pašlaik arī atrodas augstā līmenī, un Rīgas jūras līcī iespējama apmēram 7000 tonnu jūras reņģes nozveja. Kopējā reņģes nozveja Rīgas jūras līcī 1995.gadā drīkst būt 32000 tonnu, bet 1996.gadā 31000 tonnu. 1996.gada nozveja vēl tiks precizēta 1995.gadā.

44.tabula

Rīgas jūras līča reņģes krājumu un pieļaujamo nozveju prognoze 1994.-1996.gadiem (1.variants)

Gads	Papildinājums (miljonos eks.)	Nozveja (tonnas)	Krājuma kopējā biomasa (tonnas)	Nārsta krājuma biomasa (tonnas)
1994	1883	23459	144402	118221
1995	1883	24170	136056	111069
1996	1883	23348	126345	101646

45.tabula

Rīgas jūras līča reģes krājumu un pieļaujamo nozveju prognoze
1994.-1996.gadiem (2.variants)

Gads	Papildinājums (miljonos eks.)	Nozveja (tonnas)	Krājuma kopējā biomasa (tonnas)	Nārsta krājuma biomasa (tonnas)
1994	2552	23790	152341	118221
1995	1289	24901	136419	117963
1996	1883	23838	126172	101806

Secinājumi

1. 1983.-1988.gados Rīgas jūras līča Latvijas piekrastē tika atrastas 10 pavasarī nārstojošās Baltijas reņģes nārsta vietas. Rietumu piekrastē atrodas Upesgrīvas, Mēsraga, Engures, dienvidrietumu piekrastē Kauguru, dienvidaustrumu piekrastē Saulkrastu, Duntē, austrumu piekrastē Ķurmīraga, Vitupes, Salacgrīvas un Kuvīžu nārsta vietas. Tās atradās tajos pašos rajonos kā piecdesmitajos gados. Tas liecina par to, ka nārsta vietas ir pastāvīgas un to atrašanās konkrētās vietās nosaka grunts īpatnības, straumes un ūdensaugu klātbūtne. Pētījumu rezultātā noteikta nārsta vietu precīza atrašanās, kas tagad tiek izmantota, regulējot dažādu darbu veikšanu līča piekrastes zonā.
2. Laikā no sešdesmitajiem līdz astoņdesmitajiem gadiem sakarā ar Rīgas jūras līča piesārņošanu nārsta vietās notikušas būtiskas izmaiņas. Ievērojami samazinājies ūdensaugu augšanas dziļums, kā rezultātā reņģes nārsta vietas kļuvušas šaurākas un samazinājušās to platības.
3. Nārsta vietu platību samazināšanās izraisījusi Baltijas reņģes nārsta uzvedības izmaiņas. Nārsts notiek mazākos dziļumos, zudis tāds svarīgs reņģes pielāgojums kā nārsta pārvietošanās uz dziļumu, pieaugot ūdens temperatūrai. Palielinājušies ikru izvietoējuma blīvumi un mirstība embrionālās attīstības periodā.
4. Reņģes pirmsnārsta baru izplatība ir atkarīga no Rīgas jūras līči valdošajiem vējiem. Reņģe pārvietojas vienā virzienā ar vēju un tādejādi tuvojas krastam tajās vietās, kur dotais vējš ir jūras vējš, kas nodrošina vislabvēlīgākos apstākļus ikru attīstībai. Rīgas jūras līči maijā-jūnijā pārsvarā valda ziemeļrietumu virziena vēji, tāpēc austrumu un dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietām ir vislielākā nozīme reņģes atražošanas procesā, ko apstiprina reņģes kāpuru sastopamība Rīgas jūras līči.
5. Reņģes nārsts Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē sākās atkarībā no ziemu bardzības un ūdens temperatūras pirmsnārsta periodā. Daudzgadīgā skatījumā nārsts vidēji sākās aprīļa pēdējās piecās dienās vai maija pirmajās piecās dienās.
6. Nārsta ilgums ir atkarīgs no nārsta sākuma laika. Jo vēlāk sākās nārsts, jo īsāks ir nārsta periods. Nārsts parasti beidzas jūnija pēdējā dekādē, un atšķirības starp atsevišķu gadu nārsta beigu laiku ir nelielas.

7. Nārsta termiņi un ilgums lielā mērā nosaka reņģes paaudžu ražību Rīgas jūras līdī. Gados, kad nārsts iesākas vēlu un nārsta periods ir īss, parādās neražīgas paaudzes. Pētījumu periodā visilgākais nārsts bija 1986.gadā, un šī gada paaudze ir ļoti ražīga. 1989.-1992.gados, kad bija siltas ziemas, nārsts iesākās agri un bija ilgs, radās ražīgas reņģes paaudzes, kas uzlaboja reņģes krājumu stāvokli Rīgas jūras līdī. Paaudžu ražību nosaka arī kāpuru barības bāzes stāvoklis maijā un mencas daudzums Rīgas jūras līdī.

8. Baltijas reņģes nārsta vietās ir augsta ikru apaugļošanas pakāpe. Neapaugļoto ikru daudzums ir lielāks nārsta sākumā, kad ir viszemākais sāļums, jo ir augsta upju notece, un nārsta beigās, kad nārsto reņģes jaunākās vecuma grupas. Neapaugļoto ikru daudzums pieaug gados, kad ir aukstas ziemas un nārsts aizkavējas, kas pasliktina zīšu fizioloģisko stāvokli.

9. Reņģes embrionālā attīstība ir atkarīga no veselības virknes faktoru, kuri nārsta laikā mainās plašās robežās. Iepēc ikru izdzīvošanas līmenis dažādās nārsta vietās un atsevišķiem nārstiem stipri atšķiras un tika novērots 0-99% robežās. Kā svarīgākie faktori jāmin skābekļa koncentrācija ūdenī un ikru izvietojuma blīvums. Ikru izdzīvošana ir atkarīga arī no substrāta, dziļuma, piesārņojuma līmeņa un mikroorganismu attīstības. Līdz ar ūdens temperatūras paaugstināšanos atsevišķu faktoru ietekme izmainās un dažos gadījumos ievērojami palielinās, parasti paaugstinot ikru mirstību.

10. Sākot ar astoņdesmitajiem gadiem reņģes embrionālā attīstība norisinās nelabvēlīgos apstākļos, sevišķi Rīgas jūras līča dienviddaļā, kur piesārņojuma ietekme ir vislielākā. Vidējā ikru mirstība nārsta sezonas laikā dienvidaustrumu piekrastes nārsta vietās varēja no 61.3 līdz 90.8%. Tik lieli ikru mirstības rādītāji netika atzīmēti iepriekš piecdesmito un sešdesmito gadu pētījumos.

11. Mākslīgi apaugļoto ikru inkubācijas eksperimenti parādīja, ka reņģes ikri normāli attīstās tikai izklaidētos klājumos. Ikru izdzīvošana, kā arī kāpuru izmēri variantos ar atsevišķi atstātiem ikriem bija lielāki nekā variantos ar grupveida ikriem. Kāpuru izšķīšanas ilga no 1 līdz 5 dienām, bet vairums kāpuru izšķīlās īsākā laika posmā. Kāpuru izmēri izšķīšanās procesa gaitā palielinājās.

Pateicības

Sirsnīgi pateicos bioloģijas zinātņu doktorei L.Duškinai, kura bija šī darba vadītāja un kuras padomi bija ļoti vērtīgi, lai veiktu šo darbu. Pamatojoties uz Klusā okeāna un Baltās jūras siļķu embrionālās attīstības pētījumu rezultātiem, L.Duškina izstrādāja jaunu pleeju embrionālā perioda ticamam novērtējumam siļķos dzīves ciklā. Šī ikru attīstības izpētes metodika, ievērojot Baltijas reģes nārsta specifiku Rīgas jūras līcī, tika izmantota arī veicot mūsu darbus.

Darbi tika veikti uz zvejnieku kopsaimniecības "Zvejnieks" kuģiem, kuru kapteiņi bija U.Grēve, U.Šivars, K.Tāsis, A.Zīriņš. Nārsta vietas apsekoja akvalangisti P.Vemers un K.Dubavs, kā arī ūdenslīdēji no Rīgas ostas Avārijas dienesta grupas. Darba gaitā tika ievākti paraugi, kurus apstrādāja un apkopoja sekojoši zinātniskie līdzstrādnieki: hidroķīmijā - B.Lismane, fitoplanktonu - B.Kalveka, zooplanktonu - L.Sidrevics, mikrobioloģijā - V.Jurkovska. Veicot pētījumus, daudzkārt griezās pēc padoma un saņēmu vērtīgu informāciju no Latvijas Zivsaimniecības Pētniecības instituta līdzstrādniekiem I.Laubiņas, L.Sidrevica, B.Jevtjuovas, M.Kalēja, V.Bērziņa, H.Traubergas. Visiem minētajiem cilvēkiem izsaku sirsnīgu pateicību.

Literatūras saraksts

1. Alderdice D.F., Rao T.R., Rosenthal H. Osmotic responses of eggs and larvae of the Pacific herring to salinity and cadmium. Helgoländ. Wiss. Meeresuntersuch. 1979a. Bd. 32. H. 4. S. 502-538.
2. Alderdice D.F., Rosenthal H., Velsen F.P.J. Influence of salinity and cadmium on capsule strength in Pacific herring eggs. Helgoländ. Wiss. Meeresuntersuch. 1979b. Bd. 32. H. 1-2. S. 149-162.
3. Alderdice D.F., Velsen F.P.J. Some effects of salinity and temperature on early development of Pacific herring (*Clupea pallas*). J. Fish. Res. Board Canad. 1971. N 28. P. 1545-1562.
4. Aneer G., Florell G., Kautsky M., Nellbring S., Sjöstedt L. In-situ observations of Baltic herring (*Clupea harengus membras*) spawning behaviour in the Äsko-Landsort area, northern Baltic proper. Mar. Biol. 1983. 74. N 2. P. 105-110.
5. Aneer G., Nellbring S. A SCUBA-diving investigations of Baltic herring (*Clupea harengus membras* L.) spawning grounds in the Äsko-Landsort area, northern Baltic proper. J. Fish. Biol. 1982. Vol. 21, N 4. P. 433-442.
6. Anon. Report of the Working Group on Assessment of Pelagic Fish in the Baltic. 1993. ICES C.M.1993/ Assess:17.
7. Andrushaitis A., Balode M., Lagzdins G. Eutrophication of the Gulf of Riga. Int. Symp. on the measurement of primary production from the molecula to the Global scale. 21-24 April, 1992. Centre des Congres de la Rochelle, Charante-Maritime, France. 1992. P. 23-24.
8. Baxter I.G. Development rates and mortalities in Clyde herring eggs. Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 27-29.
9. Birjukov N.P., Shapiro L.S. The relation between year-class strength of Vistula Bay herring, the state of the spawning schools and the quality of the sexual products. Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 18-23.
10. Blaxter J.H.S., Hempel G. The influence of eggs size on herring larvae. J. Cons. 1963. Vol. 28. P. 211-240.
11. Braun E. Experiments on the respiration and in situ development of Baltic herring (*Clupea harengus* L.) eggs. Int. Rev. geramt. hydrobiol. 1985. 70. N 1. P. 87-100.

12. De Groot S.I. The consequences of marine gravel extraction on the spawning of herring *Clupea harengus* Linne. J. Fish. Biol. 1980. Vol. 16. N 9 P. 605-611.
13. Dragesund O. Factors influencing year-class strength of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 74-75.
14. Galkina L.A. Survival of spawn of the Pacific herring (*Clupea harengus pallasi* Val.) related to the abundance of the spawning stock. Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 30-33.
15. Hansen P.-D., von Westerhagen H., Rosenthal H. Chlorinated hydrocarbon and hatching success in baltic herring spring spawners. Mar. Environ. Res. 1985. 15. N 1. P. 59-76.
16. Hempel G. The causes of changes in recruitment. Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1963. Vol. 154. P. 17-22.
17. Hempel G. Egg production and egg mortality in herring. Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 3-11.
18. Hempel G., Schubert K. Sterblichkeitsbestimmungen an einem Eikumpen des Nord-see-Herings (*Clupea harengus* L.). Ber. Dt. Wiss. Kommiss. Meeresforsch. 1969. Bd. 20. N 1. S. 79-83.
19. Hempel I., Hempel G. An estimate of mortality in eggs of North Sea herring (*Clupea harengus* L.). Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 24-26.
20. Hjort J. Fluctuations in the year-classes of important food fishes. J. Cons. 1926. Vol. 1. N 1. P. 5-33.
21. Hourston A.S. Homing by Canada's West coast herring to management units and divisions as indicated by tag recoveries. Can. J. Fish and Aquat. Sci. 1982. Vol. 39. N 10. P. 1414-1422.
22. Hourston A.S., Haeghele C.W. Herring of Canada's pacific coast. Canad. Spec. Publ. Fish and aquat. Sci. 1980. Vol. 46. P. 1-23.
23. Linden O. Effects of oil spill dispersants on the early development of Baltic herring. Ann. Zool. Fenn. 1974. Vol. 11. P. 141-148.
24. Ojaveer E. On embryonal mortality of spring spawning herring on spawning grounds in the North-Eastern Gulf of Riga. Rap. et proc.-verb. reun. Cons perm. int. explor mer. 1981. Vol. 178. P. 401.

25. Ojaveer E., Simm M. Effect of zooplankton abundance and temperature on time and place of reproduction of Baltic herring groups. Merentutkimuslait. Julk. Harsforskninginsist skr. 1975. N 239. P. 139-145.
26. Oulasvirta P., Rissanen J., Parmanne R. Spawning of Baltic herring (*Clupea harengus membras*) in the western part of the gulf of Finland. Int. Counc. Explor. Sea. 1983. C.M./ J:24. 31 p.
27. Outram D.N., Humpreys R.D. The Pacific herring in British Columbia waters. Fish. Mar. Serv. Pacif. Biol. Stat. Nanaimo. 1974. N 100. P. 1-25.
28. Palm T., Kaivo T. Effects of some heavy metals and crude oil dispersants on fertilization, embryonic development and hatching of Baltic herring *Clupea harengus membras* L. Proc. 13 Conf. Baltic Oceanogr., Helsinki, 24.-27. Aug. 1982. Vol. 2. Helsinki. 1982. P. 576-589.
29. Plinsky M. Why should phyto-benthos also be an element of monitoring? Baltic sea environ. proceedings. 1986. N 19. P. 286-296.
30. Rannak L. On recruitment to the stock of spring herring in the north eastern Baltic. Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 76-82.
31. Ryman N., Lagercrantz U., Anderson L., Chakraborty R., Rosenberg R. Lack of correspondence between genetic and morphologic variability patterns in Atlantic herring (*Clupea harengus*). Heredity. 1984. 53. N 3. P. 687-704.
32. Scabell J., Jonsson N. Some aspects of the spawning behaviour of the Rugen spring herring. ICES Symposium 1988. ICES. 1988. Bal/N 17. 16 p.
33. Schnak D. Nahrungsökologische Untersuchungen an heringslarven. Ber. Dt. Kommis. Meeresforsch. 1972. Bd. 22. H. 3. S. 273-343.
34. Soin S.G. Ecological and morphological peculiarities of the development of two forms of white sea herring (*Clupea harengus maris-albi* Berg.). Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 42-45.
35. Somasundaram B., King P.E., Schackley S.E. Some morphological effects of zink upon the yolk-sac larvae of *Clupea harengus* L. J. Fish. Biol. 1984. 25. N 3. P. 333-343.
36. Stacey N.E., Hourston A.S. Spawning and feeding behaviour of captive Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1982. Vol. 39(3). P. 489-493.
37. Taylor F.H.C. The stock-recruitment relationship in British Columbia herring populations. Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1963. Vol. 154. P. 279-292.

38. Taylor F.H.C. Life history and present status of British Columbia stocks. Bull. Fish. Res. Board Canad. 1964. N 143. P. 1-81.
39. Taylor F.H.C. Variation in hatching success in Pacific herring (*Clupea pallasii*) eggs with water depth, temperature, salinity and egg mass thickness. Rapp. et proc.-verb. reun. Cons. perm. int. explor. mer. 1971. Vol. 160. P. 34-41.
40. Trei T. Long term changes in the bottom macroflora of the coastal waters of Estonia. Hydrobiol. Res. 15: 1985: Problems concerning bioindication of the ecological conditions of the Gulf of Finland.- Tallinn. 1985. P. 117-122.
41. Vismanis K., Kondratovich E. The parasites and diseases of the Baltic cod. 13th Baltic Marine Biologists Symposium. 1-4 September, 1993. Latvian Academy of sciences, Riga, Jurmala. 1993. P. 54.
42. Westerhagen H., von Rosenthal H., Sperling K.R. Combined effects of cadmium and salinity on development and survival of herring eggs. Helgoland. Wiss. Meeresuntersuch. 1974. Bd. 26. P. 416-433.
43. Анохина Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере весенне- и осенненерестующей сапаки. М.: Наука. 1968. 295 с.
44. Антонов А.Е. К вопросу предсказаний сроков захода сапаки в Вислинский залив и ее нереста. Тр. БалтНИРО, 1960. N 6. С. 16-21.
45. Беренбейм Д.Я. Связь условий нереста весенней сапаки *Clupea harengus tembras* с температурой воды на нерестилищах. Вопр. ихтиологии. 1966. Т. 6, вып. 4. С. 679-684.
46. Берзиньш В. Межгодовые и сезонные изменения солености вод Рижского залива. Рыбохоз. исслед. в бассейне Балтийского моря. Рига: Авотс. 1980. Вып. 15. С. 3-12.
47. Берзиньш В. Гидрологическое районирование открытой части Рижского залива. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристика и районирование прибрежной части Балтийского моря, Рижского и Финского заливов. Рига: Зинатне. 1987. С. 7-20.
48. Берзиньш В. Гидрохимический режим и обуславливающие его факторы. Эволюция экосистемы Рижского залива. Рига: Зинатне. 1989. С. 22-28.
49. Берзиньш В., Берг П.Г., Виднере Э.Э. Кислородный режим Рижского залива и факторы, его обуславливающие. Режимообразующие факторы,

- гидрометеорологические и гидрохимические процессы в морях СССР. Л.: Гидрометеоиздат. 1988. С. 269-281.
50. Бирюков Н.П. Сельди Балтийского моря. АтлантНИРО, Калининград. 1970. 205 с.
51. Валиков Н.А. Салака Рижского залива. Тр. ВНИРО, 1954. Т. 26. С. 16-23.
52. Галкина Л.А. О размножении сельди Гижигинской губы. Изв. ТИНРО. 1959. Т. 47. С. 86-99.
53. Галкина Л.А. Размножение и развитие охотской сельди. Изв. ТИНРО. 1960. Т. 46. С. 3-40.
54. Галкина Л.А. Особенности размножения и ранних этапов развития сельди в северных районах Охотского моря. Пробл. Севера. 1961. Вып. 4. С. 108-120.
55. Галкина Л.А. Нецепесообразность "сухого" способа оплодотворения икры морских рыб. Вопр. иктиологии. 1968. Т. 3, вып. 3(28). С. 563.
56. Галкина Л.А. Выживание икры и личинок сельди на нерестилищах в Белом море в период ее многочисленного подхода. Вопр. иктиологии. 1968. Т. 3, вып. 4(51). С. 679-688.
57. Гаумига Р.Я. Особенности распределения и состава запаса бельдюги в Рижском заливе. Рыбохоз. исслед. в бассейне Балтийского моря. Рига: Авотс. 1981. Вып. 16. С. 39-45.
58. Гулидов М.П., Попова К.С. Влияние постоянных температур инкубации на выживание и некоторые особенности развития зародышей салаки. Экоп. аспекты исслед. водоемов-охладителей АЭС. Материалы совещ., март, 1980. М., 1983. С. 92-105.
59. Дмитриев Н.А. Распределение салаки в периоды ее нагула и нереста в открытой части Балтийского моря. Тр. ВНИРО. 1954. N. 26. С. 5-15.
60. Душкина Л.А. Способность икры и спермы сельдей рода *Clupea* к оплодотворению при хранении в разных условиях. Вопр. иктиологии. 1975. Т. 15, вып. 3(92). С. 473-479.
61. Душкина Л.А. Биология морских сельдей в раннем онтогенезе. М.: Наука. 1988. 192 с.
62. Евтюхова Б.К., Берзиньш В. Прогнозирование сроков и интенсивности нерестовой миграции весенненерестующей салаки

- Рижского залива по температурному фактору среды. Рыбохоз. исслед. в бассейне Балтийского моря. Рига: Авотс. 1983. Вып. 18. С. 62-69.
63. Иванченко О.Ф. Искусственное разведение и выращивание беломорской сельди. Исследование фауны морей СССР. Л.: Наука. 1975. Т. 16(24). С. 276-293.
64. Ипатов В.В. Роль антропогенных факторов в формировании экосистемы Рижского залива. Эволюция экосистемы Рижского. Рига: Зинатне. 1989. С. 7-18.
65. Киреева М.С. Распределение и биомасса водорослей Балтийского моря. Тр. ВНИРО. 1960. Т. 42. С. 195-205.
66. Кривобок М.Н., Тарковская О.И. Физиологическая характеристика салаки *Clupea harengus tetrbras* L. различной плодовитости. Вопр. ихтиологии. 1962. Т. 3, вып. 3(24). С. 441-451.
67. Крьюкановский С.Г. Материалы по развитию сельдевых рыб. Тр. Ин-та морфолог. животных им. А.Н. Северцова АН СССР. 1956а. Вып. 17. 254 с.
68. Крьюкановский С.Г. Развитие салаки в воде повышенной солености. Вопр. ихтиологии. 1956b. Вып. 6. С. 100-104.
69. Лисивненко Л.Н. Характеристика нереста и условий размножения весенненерестующей сельди в Рижском заливе. Тр. Латв. отд. ВНИРО. Рига. 1957. Вып. 2. С. 19-28.
70. Лисивненко Л.Н. Влияние факторов среды на выживание личинок салаки. Тр. ВНИРО. 1960. Т. 42. С. 152-166.
71. Лисивненко Л. Н. Биология личинок и мальков весенненерестующей салаки и факторы, определяющие успешность ее воспроизводства. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Рига: ЛГУ. 1963. 25 с.
72. Михайпенко В.Г. Оплодотворение икры сельди и назаги в воде низких соленостей в зависимости от возраста и температуры среды. Тр. ПИНРО. 1981. Вып. 45. С. 78-81.
73. Николаев И.И. Метеорология и рыбное хозяйство. Вопр. ихтиологии. 1954. Вып. 2. С. 45-56.
74. Оявеер Э.А. Биология нереста осенней салаки в Рижском заливе. Тр. БалтНИИРХ. 1970. N. 4. С. 205-227.
75. Оявеер Э.А. Зависимость характера эмбрионального развития группировок салаки от температурного режима и солености. Вопр. раннего онтогенеза рыб: Тез. докл. Киев: Наук. думка. 1978. С. 53-54.

76. Оявеер Э.А. Влияние температуры и солености на эмбриональное развитие салаки. Биология моря. 1981. N 5. С. 39-48.
77. Оявеер Э.А. Балтийские сельди: Биология и промысел. М.: ВО Агропромиздат. 1988. 205 с.
78. Оявеер Э.А., Раннак П.А. Методы составления прогнозов промысловых уловов салаки в северо-восточной Балтике. Тр. ВНИРО. 1967. Т. 62. С. 149-157.
79. Оявеер Э.А., Евтюхова Б.К. Биология, динамика запасов и уловов сельди. Эволюция экосистемы Рижского залива. Рига: Зинатне. 1989. С. 33-39.
80. ПапымТ. О возможности влияния тяжелых металлов на воспроизводство промысловых запасов балтийской сельди в прибрежной зоне моря Эстонской ССР. Изв. АН Эст. ССР. Биол. 1985. Т. 34, N 4. С. 267-273.
81. Пасторс А.А. Педовитость Рижского залива. Рига, 1965. С. 4-25.
82. Пасторс А.А. Водный и тепловой баланс Рижского залива. Морские заливы как приемники сточных вод. Рига. 1967. С. 8-33.
83. Пушникова Г.М., Федотова Н.А., Рыбникова И.Г. Условия воспроизводства сельди (*Clupea pallasii pallasii*) в водах Сахалина и Курильск. о-вов. Тез. докл. 2 науч. практ. конф. Южно-Сахалинск. 1984. С. 94-96.
84. Раннак П.А. Нерестовые ареалы, нерест и оценка мощности поколений салаки в водах Эстонской ССР. Тр. ВНИРО. 1954. Т. 26. С. 24-48.
85. Раннак П.А. Количественный учет эмбрионов и личинок салаки в северной части Рижского залива и основные факторы, обуславливающие их выживание. Тр. ВНИРО. 1958. Т. 34. С. 7-18.
86. Раннак П.А. Салака *Clupea harengus tembras* L. (Биологические группировки, их изменчивость, микроэволюция и динамика численности). Автореф. дисс. докт. биол. наук. Тарту. 1970. 75 с.
87. Райд Т.Л. О временной и пространственной репродуктивной изоляции весенненерестующей морской салаки и салаки залива в районе Пярнуской бухты. Тез. докл. конф. молодых ученых "Биол. продуктивность, сырьевые ресурсы Балтийского моря и их рациональное использование". Рига. 1979.

88. Райд Т.Л. Эффективность репродукции сельди Финского залива. *Fischerei-Forschung*. 1983. Н. 3. С. 39-45.
89. Райд Т.Л. Репродукция весенненерестующей сельди в северной части Рижского залива. Эволюция экосистемы Рижского залива. Рига: Зинатне. 1989. С. 44-49.
90. Трауберга Е.Ф. Пищевые взаимоотношения молоди сапаки *Clupea harengus membras* L. и малого бычка *Pomatoschistus minutus* (Pallas) и их значение в формировании поколений сапаки Рижского залива. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Севастополь. 1979. 24 с.
91. Трауберга Е.Ф. Баттика - без сельди? Проблемы сокращения рыбных ресурсов. Наука и техника. Рига: Изд. ЦК КП Латвии. 1987. N 9. С. 20-21.
92. Тоом М.М. Опыты по инкубации икры баттийской сапаки. Тр. ВНИРО. 1953. Т. 34. С. 19-29.
93. Шевцов С.Е., Евтюхова Б.К., Оявеер Э.А. О дальнейшей рационализации промысла сапаки в Рижском заливе. Рыбохоз. исслед. в бассейне Балтийского моря. Рига: Авотс. 1983. Вып. 18. С. 70-80.
93. Фридрианд И.Г. Размножение сельди у юго-западного берега о-ва Сахалина. Изв. ТИНРО. 1951. Т. 35. С. 105-145.
94. Юрковскис А.К., Лисмане Б.Я. Фосфор и азот в Рижском заливе. Дальнейшие исследования динамики их количества и форм (1976-1977 гг.). Рига: Звайгзне. 1980. N 15. С. 15-35.

Publikācijas

1. Корнилов Г.Г. Результаты обследования нерестилищ весенненерестующей сельди Рижского залива. Тез. докл. конф. молодых ученых "Биологические ресурсы Балтийского моря и охрана морской среды". Рига: Зинатне. 1986. С. 42-43.
2. Корнилов Г.Г. Нерест балтийской сельди у латвийского побережья Рижского залива. Рыбное хозяйство. 1988. N 10. С. 48-49.
3. Корнилов Г.Г. Состояние нерестилищ балтийской весенненерестующей сельди у латвийского побережья Рижского залива в современный период. Сб. научн. тр. "Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыб". Москва. 1989. С. 112-122.
4. Kornilovs G. The modern state of Baltic herring spawning grounds in the Gulf of Riga. ICES C.M. 1993/J:26.
5. Kornilovs G. Yearly length distribution of herring in the Gulf of Riga in relation to populational structure of the stock. ICES C.M. 1994/J:9, Ref. H.
6. Kornilovs G. State of reproduction conditions of Baltic herring in the coastal zone of the Gulf of Riga. 13th Baltic Marine Biologists Symposium. 1-4 September, 1993. Latvian Academy of Sciences, Riga, Jurmala (in press).
7. Kornilovs G., Berzinsh, V., and Sidrevics, L. 1992. The analysis of mean weight-at-age changes of Baltic herring in the Gulf of Riga. ICES C.M. 1992/J:24.

Darbi nolasīti ICES ikgadējās konferencēs Rostokā 1992.gadā (7), Dublinā 1993.gadā (4) un BMB 13. simpozijā Jūrmalā 1993.gadā (6).