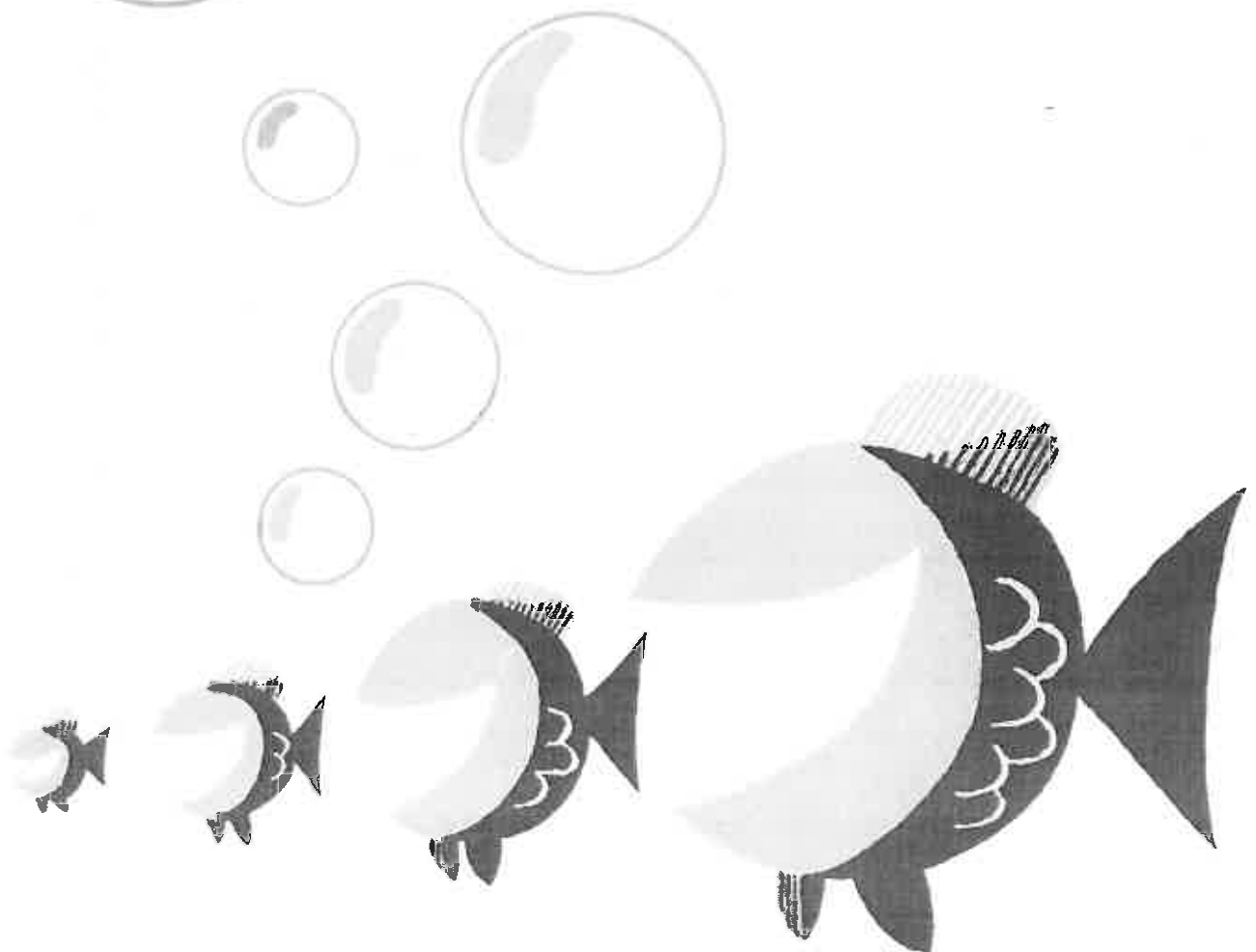


RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO



MONISTETTUJA JULKAISUJA

44
1986





RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUA JULKAISUA

Toimittaja: Viljo Nylund. Toimitussihteerit: Petri Suuronen, Eija Valle.

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen.

Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston kirjastolle, PL 193, 00131 Helsinki 13.

Monistettuja julkaisuja on jatkoa sarjalle: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Kalantutkimusosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" ja "Meddelanden".

Redaktör: Viljo Nylund. Redaktionssekreterare: Petri Suuronen, Eija Valle.

Publikationens distribuering fastställs skilt för varje nummer.

Förfrågningar angående tidskriften riktas till bibliotekarien, Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, fiskeriforskningsavdelningen, PB 193, 00131 Helsingfors 13.

Tidskriften är fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Övriga publikationsserier från fiskeriforskningsavdelningen är "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" och "Meddelanden".

ISTUTETTUJEN JA LUONNONKUDUSTA PERÄISIN OLEVIEŒ EMOLOHIEŒ
 (SALMO SALAR L.) FEKUNDITEETTI JA MÄTIMUNAN KOKO

Irma Kallio

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. JOHDANTO.....	54
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	54
3. TULOKSET.....	56
3.1. Emolohien ikäkohtainen koko.....	56
3.2. Ikäkohtainen fekunditeetti ja gonadipaino.....	60
3.3. Ikäkohtainen suhteellinen fekunditeetti ja gonadipaino.....	62
3.4. Fekunditeetin ja gonadipainon muuntelu lohen koon ja iän suhteen.....	63
3.5. Mätimunien koon muuntelu lohen koon suhteen.....	66
4. TARKASTELU.....	69
KIITOKSET.....	71
LÄHDELUETTELO.....	72

1. JOHDANTO

Itämeren luonnonvaraisten lohikantojen heikkenemisen ja häviämisen johdosta on lohen viljely ja luonnonmädhankinta tullut keskeiseksi lohikantojen hoitotoimenpiteeksi. Lohet ovat yhä enemmän viljelystä peräisin. Perämerellä Suomen puolella on jäljellä enää kaksi luonnonvaraista lohikantaa, Tornionjoen ja Simojoen kannat, joiden arvioitu vaelluspoikastuotanto vuosittain on 68 000 smolttia (TOIVONEN & JUTILA 1982, KARLSTRÖM 1983). Kemi-, Ii- ja Oulujokisuihin on määrätty lohen lisääntymisalueiden tuhoutumisen johdosta kompensatiotoimenpiteenä noin 1 miljoonaa vaelluskokoisien lohen poikasen vuosittainen istutusvelvoite (Lohikantojen sääteleytoimikunnan mietintö 1984).

Viljely ja erilaiset valintatekijät muuttavat väistämättä lohikantojen ekologisia ja perinnöllisiä ominaisuuksia (mm. RYMAN & STÄHL 1980, HELLE 1981, TOIVONEN 1981, KOLJONEN 1984).

Tässä tutkimuksessa on pyritty selvittämään, mitä viljely poikasvaiheessa vaikuttaa lohen emokalojen fekunditeettiin ja mätimüniien kokoon vertaamalla luonnonmädhin hankintapyyynnistä saatuja taustaltaan villejä ja viljeltyjä emolohia keskenään.

Lohella on havaittu kantakohtaisia eroja fekunditeetissa ja munakoossa (POPE et al 1961, AULSTAD & GJEDREM 1973, LARSSON & PIKKOVA 1978). Kyseisten ominaisuuksien mahdollisia kantakohtaisia eroja ei tässä tutkimuksessa ole selvitetty, koska jokisuupyyynnistä saadut lohet voitiin luokitella taustaltaan vain villeiksi tai viljellyiksi suomun kasvukuvion perusteella.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Emolohet pyydettiin vuosina 1982 ja 1984 Kemijokisuulta ja läheiseltä merialueelta (taulukko 1). Tornionjokisuun ja Kemijokisuun väliseltä merialueelta saadaan merkintäkokeiden mukaan usean lohikannan kutuvaelluksella olevaa lohta. Täältä alueelta on pyydetty mm. Iijoen, Montan ja Tornionjoen lohikannan viljeltyjä kutuvaelluksella olevia lohia ja Tornionjoen ja Simojoen luonnonkannan emolohia (IKONEN & AUVINEN 1984). Samalla alueella voi olla myös Ruotsin jokien villejä ja viljeltyjä lohikantoja (LINDROTH et al 1982).

Taulukko 1. Kemijokisuun luonnonmädinhankintaa varten vuosina 1982 ja 1984 pyydettyjen emolohien lukumäärä ja tausta ikäryhmittäin.
Taulukossa on esitetty vain naaraiden lukumäärät.

Vuosi	Tausta ja ikäryhmät					Tuntematon	Yhteensä	Viljeltyjä %
	Villi			Viljelty				
	a,2+	a,3+	a,4+	a,2+	a,3+			
1982	43	20	-	14	2	12	91	20
1984	68	21	1	82	24	18	214	54

Kemijokisuuhun on istutettu 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa pääasiassa Iijoen lohta. Emokalapyynnissä saadut villit lohet ovat todennäköisesti Tornionjoen kantaa, koska Tornionjoen lohikanta tuottaa Perämeren luonnonkannoista eniten vaelluspoikasia ja emokalojen pyynti tapahtui lähellä Tornionjokisuuta (KARLSTRÖM 1983, PRUUKI ym. 1984).

Lohet pyydettiin kesä- ja heinäkuussa rysällä ja säilytettiin kalanviljelylaitoksessa lypsyyn saakka. Emokalojen alamitta oli 60 cm. Emokaloiksi otettiin isoja kahden (a,2+) ja kolmen (a,3+) merivuoden lohia (taulukko 1). Emokalat olivat keskimäärin isompia ja vanhempia kuin kaikki kudulle tulevat lohet (vrt. PRUUKI ym 1985).

Viljeltyjen kalojen osuus oli 20% vuonna 1982 ja 54% vuonna 1984 (naaraista). Viljeltyjen emolohien osuuden lisääntyminen on väistämätön seuraus kasvaneista istutusmääristä. Mutta myös emokalojen pyyntipaikka vaikuttaa kalojen koostumukseen. Kaikki Isohaarasta, Kemijokisuusta 1984 pyydetyt lohet (77 kpl) olivat viljeltyjä.

Yhteensä villedä ja viljeltyjä emolohia vuonna 1984 pyydettiin Kemijokisuusta ja läheiseltä merialueelta 350 kappaletta (naaraita ja koiraita).

Emolohien ikä ja tausta määrättiin suomun kuvion perusteella (ANTERE & IKONEN 1983). Pituus mitattiin kuonon kärjestä pyrstön kärkeen. Fekunditeetti, mätimunien lukumäärä naaraan munarauhasissa, arvioitiin punnitsemalla lohi juuri ennen lypsä ja lypsyn jälkeen ja laskemalla jokaisen naaraan mätimunien lukumäärä 5-20 g:n näytteessä. Painojen erotuksesta ennen ja jälkeen lypsyn saatiin gonadipaino, munarauhasen paino. Ratkaisemalla yhtälö, $X = (\text{laskettu mätimunien määrä näytteessä} / \text{näytteen paino}) \times \text{gonadipaino}$, saatiin absoluuttinen munamäärä, X . Munanäyte otettiin turpoamattomasta mädistä ovarionesteineen. Se säilöttiin ilmatiiviisiin muovipusseihin ja pakastettiin välittömästi myöhempää punnitusta ja mätimunien laskua varten. Vuosien 1982 ja 1984 näytteet käsiteltiin syksyllä 1984. Vuoden 1982 näytteiden vähäinen kuivuminen ja painon lasku oli mahdollista.

Suhteellinen fekunditeetti ja gonadipaino laskettiin lohien nettopainoa kohden (totaalipaino - gonadipaino). Gonadipainon suhde kalan nettopainoon kertoo, miten paljon kala investoi lisääntymiskudokseen suhteessa somaattisiin kudoksiin (vrt. WOOTTON 1979). Mätimunien koko saatiin jakamalla gonadipaino munamäärällä. Mätimunien koko saatiin laskennallisesti todellista isommaksi, koska gonadipainossa ja punnitussa ja lasketussa munanäytteessä oli ovarioneste mukana. Vuoden 1982 lohien punnittiin noin 50 g:n tarkkuudella ja vuonna 1984 oli käytettävissä vaaka, joka punnitsi 1 g:n tarkkuudella.

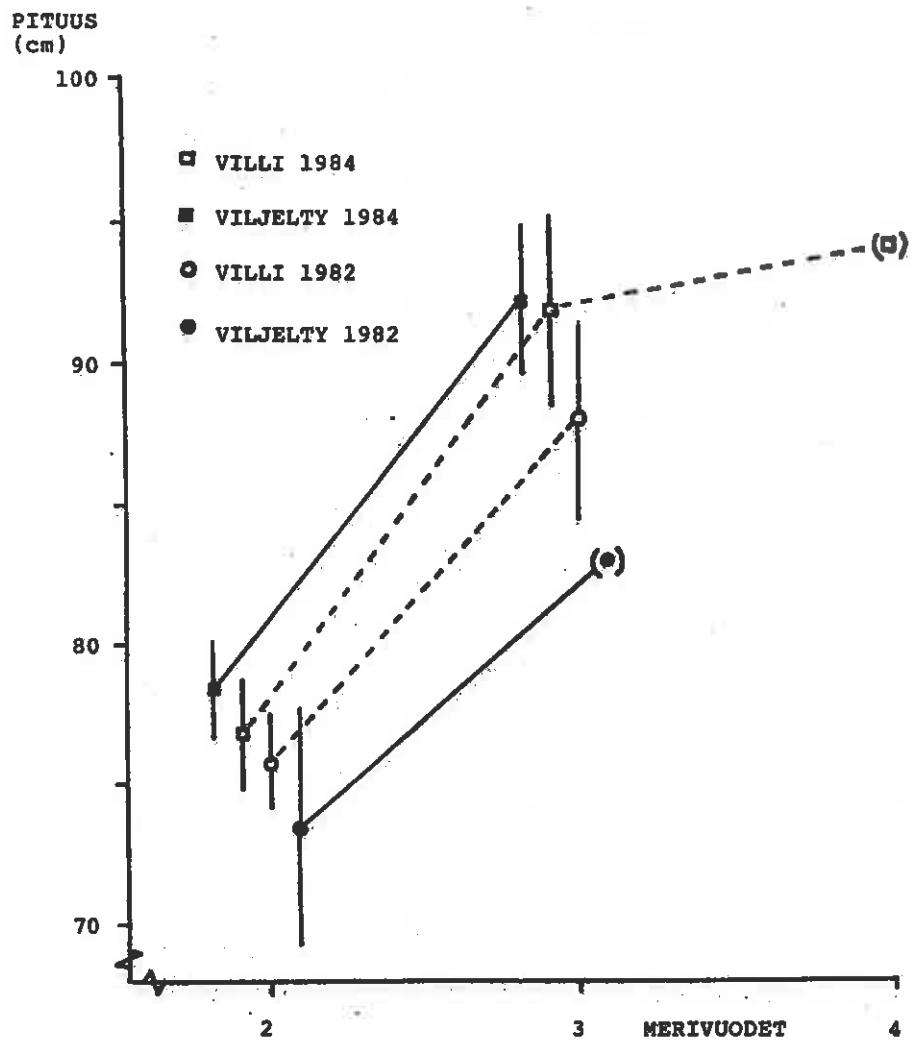
Tutkimuksessa käytettiin vain villedä tai viljeltyiksi luokiteltuja naaraita. Aineiston tilastolliset käsittelyt tehtiin BMDP-ohjelmiston avulla (DIXON 1981).

3. TULOKSET

3.1. Emolohien ikäkohtainen koko

Emokaloiksi valittujen villien ja viljeltyjen lohien keskipituuDET ja keskipainot eivät eronneet merkittävästi toisistaan ikäryhmittäin vuosiluokkien 1982 ja 1984 sisällä tai välillä (kuva 1,

taulukot 2 ja 3). Vuoden 1982 aineistossa villit emolohet olivat hieman pitempiä kuin viljellyt, kun taas vuoden 1984 taustaltaan viljellyt naaraat olivat pitempiä.



Kuva 1. Kemijokisuun emolohien keskipituudet ikäryhmissä A,2+ ja A,3+ vuosina 1982 ja 1984. Havaintojen lukumäärät on ilmoitettu taulukoissa 2 ja 3. Kun $n > 4$, on piirretty 95%:n luotettavuusrajat.

Taulukko 2. Kemijokisuun villien ja viljeltyjen emolohien koon ja lisääntymisominaisuuksien vertaus ikäryhmittäin vuoden 1982 aineistosta. Villien ja viljeltyjen lohien eroja on testattu t-testillä. ikäryhmittäin. \bar{x} = keskiarvo, s= hajonta, merkitsevyys; ns = ei merkitsevä, o $p < 0.1$.

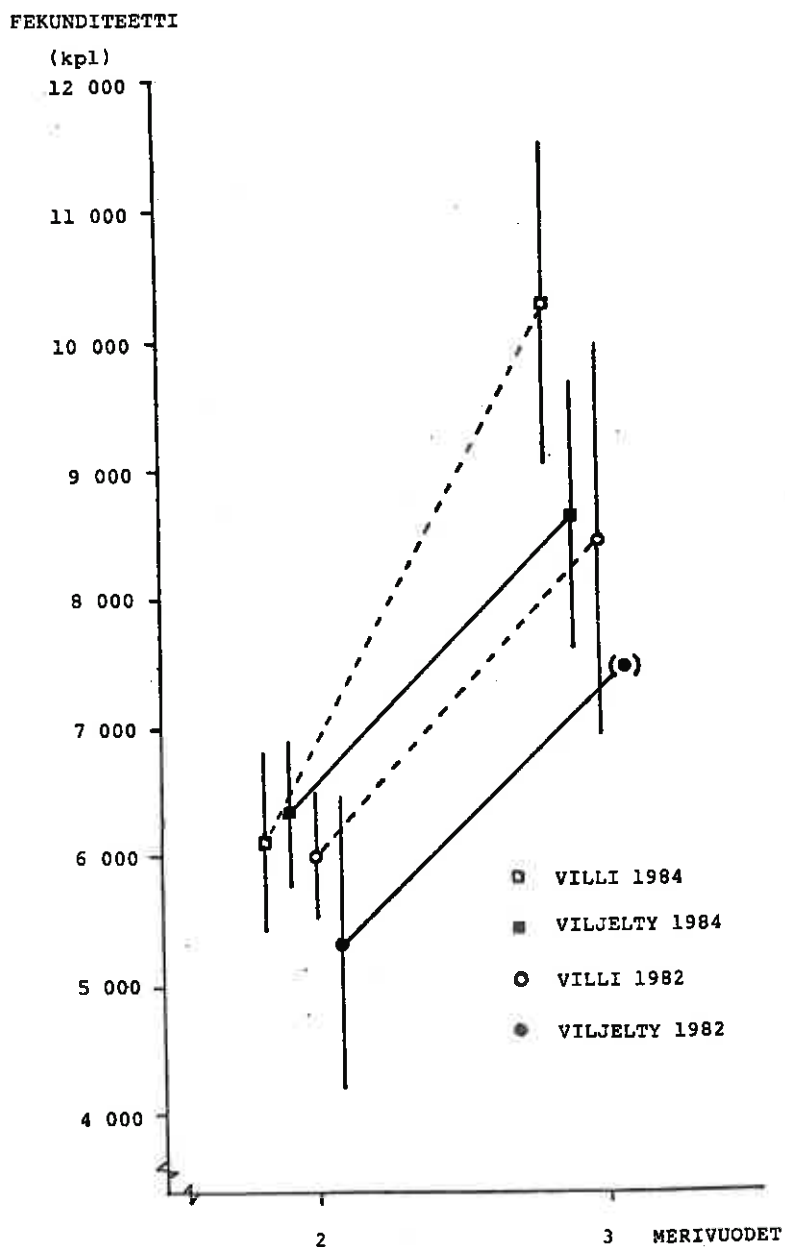
Tausta Ikäryhmä	Villi A,2+		Viljelty A,2+		Villi A,3+		Viljelty A,3+	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Lukumäärä kpl	43		14		20		2	
Paino kg	3,76	0,82	3,78	1,83	6,35	1,83	5,10	1,56
		ns				ns		
Pituus	75,8	5,7	73,6	7,9	88,0	8,1	83,0	9,9
		ns				ns		
Fekundi- teetti, kpl	6006	1734	5369	2091	8744	2877	7487	3009
		ns				ns		
Suht.fekun- diteetti, kpl	2078	527	1815	345	1798	465	1857	329
		o				ns		
Gonadipai- no, g	826	282	729	338	1385	439	1150	636
		ns				ns		
Suht.gona- dipaino, g	279	75	241	53	282	54	280	96
		o				ns		

Taulukko 3. Kemijokisuun villien ja viljeltyjen emolohien koon ja lisääntymisominaisuuksien vertaus ikäryhmittäin vuoden 1984 aineistosta. Villien ja viljeltyjen lohien eroja on testattu t-testillä ikäryhmittäin. n= lukumäärä \bar{x} = keskiarvo, s= hajonta, merkitsevyys; ns= ei merkitsevä, o = p < 0.1.

Tausta	Villi		Viljelty		Villi		Viljelty	
	\bar{x} (n)	s	\bar{x} (n)	s	\bar{x} (n)	s	\bar{x} (n)	s
Ikäryhmä	A,2+		A,2+		A,3+		A,3+	
Paino kg	4.09 (68)	1.33 ns	4.49 (82)	1.63	7.36 (21)	2.27 ns	7.79 (24)	2.00
Pituus cm	76,9 (68)	7,5 ns	78,4 (82)	8,2	91,9 (21)	7,8 ns	92,1 (24)	6,8
Fekundi- teetti, kpl	6124 (37)	2266 ns	6274 (57)	2742	10272 (13)	2384 o	8682 (17)	2193
Suht.fekun- diteetti, kpl	1888 (37)	512 ns	1816 (57)	663	1800 (13)	454 o	1498 (17)	368
Gonadipaino g	812 (41)	339 ns	914 (58)	497	1570 (14)	508 ns	1527 (17)	445
Suht.gona- dipaino, g	240 (41)	60 ns	251 (58)	95	276 (14)	54 ns	259 (17)	57

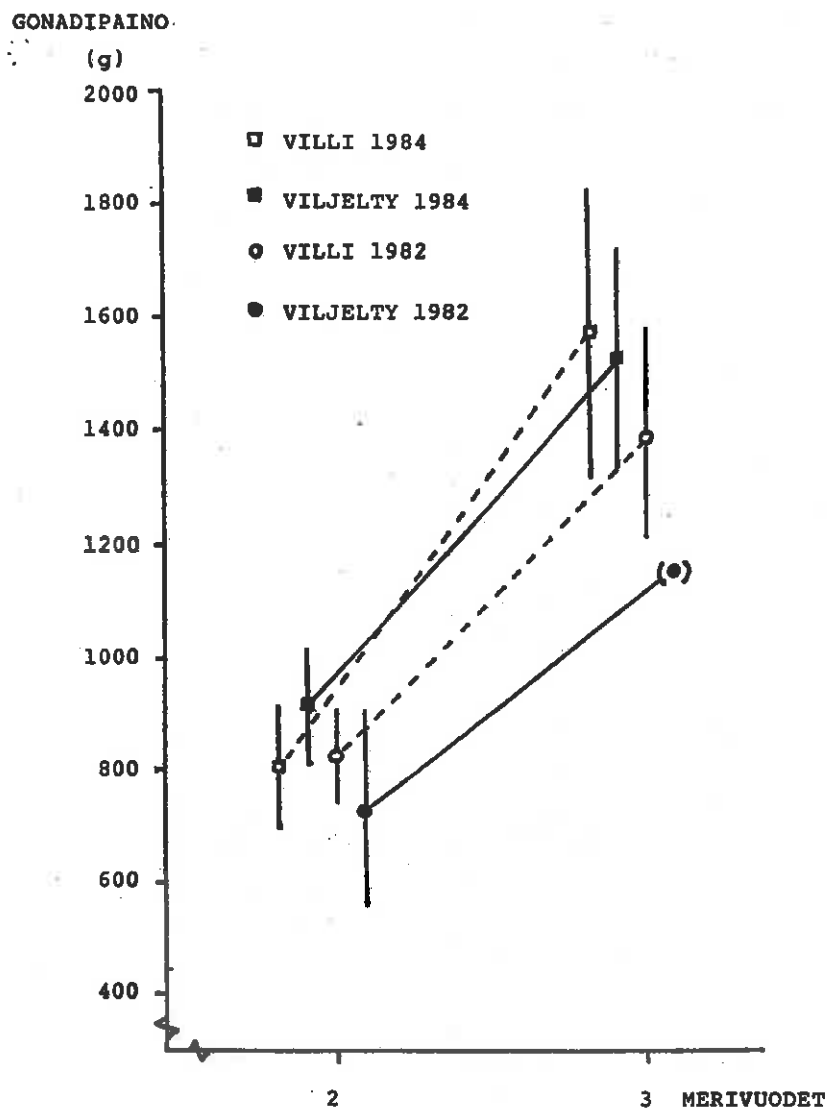
3.2 Ikäkohtainen fekunditeetti ja gonadipaino

Villien ja viljeltyjen lohien vertailu vuosiluokittain osoitti, että kolmen merivuoden villedillä lohilla oli suurempi fekunditeetti kuin saman ikäryhmän alunperin viljellyillä lohilla. Villien lohien fekunditeetti oli kuitenkin vain suuntaa antavasti suurempi kuin viljeltyjen lohien vuoden 1984 aineistossa ($t=1.90$) (kuva 2, taulukot 2 ja 3). Kahden merivuoden villien ja viljeltyjen lohien fekunditeetissa ei ollut eroa.



Kuva 2. Kemijokisuun emolohien fekunditeetti ikäryhmissä A,2+ ja A,3+ vuosina 1982 ja 1984. Havaintojen lukumäärät on ilmoitettu taulukoissa 2 ja 3. Kun $n > 4$, on piirretty 95 %:n luottavuusrajat.

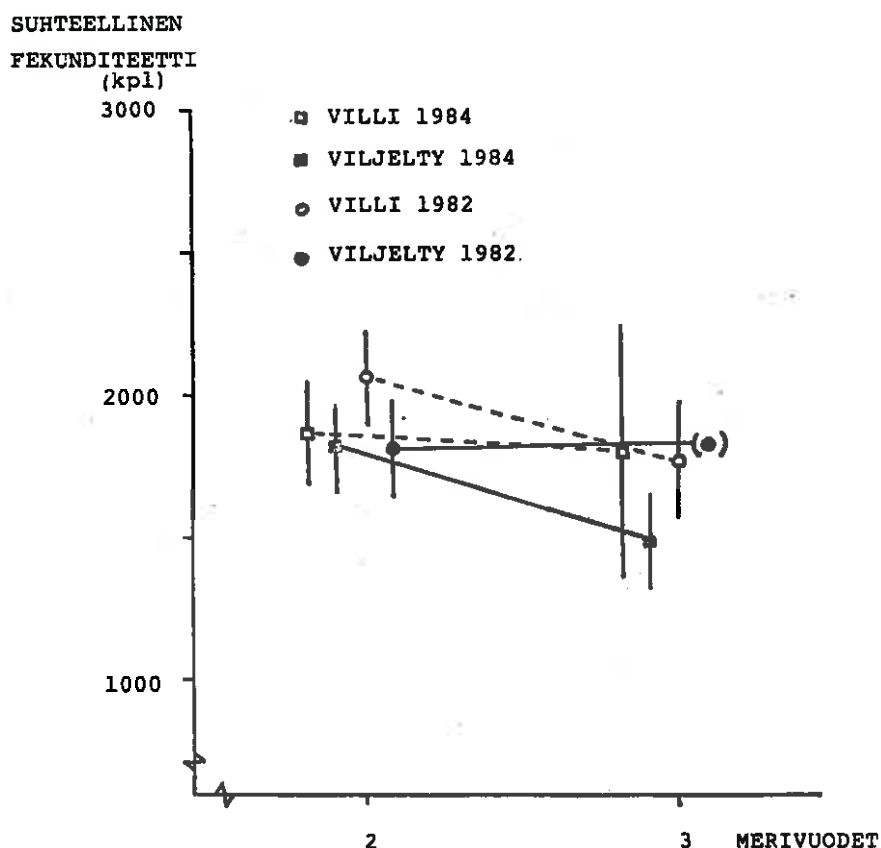
Villien ja viljeltyjen lohien gonadipainot eivät eronneet merkittävästi toisistaan ikäryhmissä A,2+ ja A,3+ (kuva 3). Villien lohien hieman suurempi fekunditeetti verrattuna saman ikäisten viljeltyjen lohien fekunditeettiin ikäryhmässä A,3+ oli selitettävissä mätimunien koon muuntelulla merivuosien määrän ja taustan suhteen.



Kuva 3. Kemijokisuun emolohien gonadipaino ikäryhmissä A,2+ ja A,3+ vuosina 1982 ja 1984. Havaintojen lukumäärät on ilmoitettu taulukoissa 2 ja 3. Kun $n > 4$, on piirretty 95 %:n luotettavuusrajat.

3.3. Ikäkohtainen suhteellinen fekunditeetti ja gonadipaino

Suhteellista fekunditeettia käyttäen voitiin vähentää vertailtavien villien ja viljeltyjen emokalojen kokoeron vaikutusta fekunditeettiin. Kolmen merivuoden villoilla lohilla oli suurempi suhteellinen fekunditeetti kuin saman ikäryhmän viljellyillä lohilla ($p < 0.1$) vuoden 1984 aineistossa (kuva 4, taulukot 2 ja 3). Myös suhteellinen gonadipaino oli suurempi villoilla kuin viljellyillä lohilla ikäryhmässä A,2+ ($p < 0.1$) (taulukko 2). Suhteellinen fekunditeetti oli alhaisempi ikäryhmässä A,3+ kuin ikäryhmässä A,2+ ($p < 0.001$).



Kuva 4. Kemijokisuun emolohien suhteellinen fekunditeetti, munamäärä kalan nettopainoa kohden, ikäryhmissä A,2+ ja A,3+ vuosina 1982 ja 1984. Havaintojen lukumäärät on ilmoitettu taulukoissa 2 ja 3. Kun $n > 4$, on piirretty 95 %:n luottavuusrajat.

Vuosiluokkien 1982 ja 1984 villit emolohet eivät eronneet toisistaan suhteellisten fekunditeetin osalta kummassakaan ikäryhmässä A,2+ ja A,3+ ($t=1.62, p < 0.11$, $t=.01, p < 0.99$). Myös viljeltyjen lohien suhteellinen fekunditeetti oli sama vuosiluokkia verrattaessa ikäryhmässä A,2+ ($t=.01, p < 0.99$).

3.4. Fekunditeetin ja gonadipainon muuntelu lohien koon ja iän suhteen

Villejä ja viljeltyjä lohia verrattiin fekunditeetin (F) ja pituuden (L) välisen suhteen avulla. Koska näiden muuttujien välinen suhde on käyräviivainen ($F=aL^b$), käytettiin logaritmuunnosta, $\ln F = \ln a + b \ln L$ (vrt. WOOTTON 1979 ja MANN & MILLS 1979).

Villien ja viljeltyjen lohien fekunditeetin muuntelussa pituuden suhteen ei ollut eroa testattaessa vertailuryhmien regressiosuoria vuosiluokittain varianssianalyysin avulla ($F=.98^{ns}$, $F=.88^{ns}$). Lohien fekunditeetti korreloi positiivisesti pituuden kanssa ($r=.76$, $r=.68$, $r=.89$, $p < 0.001$) (taulukko 4). Pituus selitti merkittävän osan fekunditeetin muuntelusta, 47-79 %.

Yhteisregression selityskerroin, 47-49 %, fekunditeetin (F) riippuvuus pituudesta (L), painosta (W) ja merivuosisien lukumäärästä (N), ($\ln F = \ln a + b_1 \ln L + b_2 \ln W + b_3 \ln N$) oli sama kuin fekunditeetin ja pituuden välisen regression selityskerroin, 47-79 %, eri vertailuryhmissä (taulukko 4). Pituus selitti fekunditeetin muuntelua paremmin kuin paino (43-77 %, $p < 0.001$) tai merivuosisien määrä (8-26 %, $p < 0.001$).

Suhteellinen fekunditeetti laski lohien pituuden kasvaessa ($p < 0.1$, $b = -11.43^\circ$, $b = -13.0^\circ$). Suhteellisen fekunditeetin aleneminen oli tilastollisesti merkitsevä vain vuoden 1984 villoilla ja viljellyillä emolohilla (taulukko 5). Lohien nettopaino selitti hieman paremmin suhteellisen fekunditeetin muuntelua ($F=3.81^\circ$, $F=3.61^\circ$, $F=2.20^\circ$, $F=.65^\circ$) kuin pituus ($F=3.17^\circ$, $F=3.39^\circ$, $F=.97^{ns}$, $F=.15^{ns}$) (taulukko 5) vertailuryhmissä. Villien ja viljeltyjen lohien suhteellinen fekunditeetti muunteli pituuden suhteen samalla tavalla. Villien ja viljeltyjen lohien suhteellisen fekunditeetin ja pituuden välisiä regressiosuoria verrattiin vuosiluokittain t-testillä ($t=.17^{ns}$, $t=.27^{ns}$).

Taulukko 4. Fekunditeetin muuntelu pituuden suhteen. Fekunditeetin (F) ja pituuden (L) välistä suhdetta on kuvattu transformoidun regressioyhtälön avulla, $\ln F = \ln a + b \ln L$, jossa a on leikkauspiste, b regressiokerroin ja ln luonnollinen logaritmi. Regressiokertoimen merkitsevyyttä on testattu t-testillä; $t = |b|/s_b$. Selvitetyin hajonnan ja jäännöshajonnan välistä suhdetta on tutkittu tekemällä F-testi varianssien välillä, F_b . Villien ja viljeltyjen lohien regressiosuoria on verrattu varianssianalyysin avulla, F_v . Regressiosuoran arvot; s_b regressiokertoimen keskihajonta, r korrelaatio kerroin, r^2 selvityskerroin. Merkitsevyys; ns ei merkitsevä, *** $p < 0.001$.

Aineisto ja tausta	N	Pituus \bar{x} cm	Munamäärä		Regressiosuoran arvot			r 100x r^2 %	F_b	F_v
			\bar{x} kpl	vaihteluväli	a	b	s_b			
Kemijokisuu										
Villi 1984	51	81,0	7252	1377-13805	-3.14	2.72***	.34	.76	64.9***	.9 ^{ns}
								56.99		
Viljelty 1984	74	81,5	6827	875-15009	-3.79	2.85***	.36	.68	62.79***	
								46.58		
Villi 1982	62	79,6	6889	2236-16367	-2.80	2.65***	.29	.76	80.4***	.9 ^{ns}
								57.27		
Viljelty 1982	16	74,8	5633	1903-9615	-6.16	3.42***	.47	.88	51.9***	
								78.77		

Taulukko 5. Suhteellisen fekunditeetin muuntelu lohen pituuden suhteen. Suhteellisen fekunditeetin (F) ja pituuden (L) välisen regressiosuoran, $F = a + bL$, parametrit; a = leikkauspiste, b = regressiokerroin, s_b = regressiokertoimen keskihajonta, r = korrelaatiokerroin, r^2 = selityskerroin. Selvitetyt hajonnan ja jäännöshajonnan välistä suhdetta on tutkittu tekemällä F-testi varianssien välillä. Regressiokertoimen merkitsevyyttä on testattu t-testillä, $t = |b|/s_b$. Merkitsevyys; ns = ei merkitsevä, o = $p < 0.1$.

Aineisto ja tausta	N	Pituus		Suhteellinen munamäärä		Regressiosuoran arvot			r	F
		\bar{x} cm	vaihteluväli	\bar{x} kpl	vaihteluväli	a	b	s_b		
Villi 1984	51	81,0	60,5-102,0	1861	343-2818	2787	-11.4 ^o	6.42	-0.25	3.17 ^o
Viljelty 1984	77	81,7	64,5-105,0	1747	355-4159	2809	-13.0 ^o	7.06	-0.21	3.39 ^o
Villi 1982	62	79,6	65,0-101,5	1987	771-3538	2590	-7.6 ^{ns}	7.69	-0.13	.97 ^{ns}
Viljelty 1982	16	74,7	64,0-93,0	1820	1057-2295	2123	-4.1 ^{ns}	10.47	-0.10	.15 ^{ns}

Suhteellinen gonadipaino oli sama lohen pituudesta riippumatta ($b = .001^{ns}$, $b = .002^{ns}$) (taulukko 6). Koska suhteellinen fekunditeetti laski lohen koon kasvaessa, mutta suhteellinen gonadipaino ei, voidaan päätellä, että mätimunien koko kasvaa kalan pituuden kasvaessa.

Taulukko 6. Suhteellisen gonadipainon muuntelu lohen pituuden suhteen. Suhteellisen gonadipainon (G) ja pituuden (L) välisen regressiosuoran, $G = a + bL$, parametrit; a = leikkauspiste, b = regressiokerroin, s_b = regressiokertoimen keskihajonta, r = korrelaatiokerroin, $r^2 \times 100$ = selvityskerroin. Regressiokertoimen merkitsevyyttä on testattu t-testillä; $t = |b|/s_b$. Selvitetyt hajonnan ja jäännöshajonnan välistä suhdetta on tutkittu tekemällä F-testi varianssien välillä. Merkitsevyys: ns = ei merkitsevä, o = $p < 0.1$. Suhteellinen gonadipaino on laskettu jakamalla gonadipaino kalan nettopainolla (= totaalipaino-gonadipaino).

Aineisto ja tausta	N	Pituus		Suhteellinen gonadipaino		Regressiosuoran arvot			r 100x r ² %	F
		\bar{x} cm	vaihteluväli	\bar{x} g	vaihteluväli	a	b	s_b		
Villi 1984	51	81,0	60,5-102,0	252	49-379	.133	.001 ^o	.001	+25 6.37	3.3 ^o
Viljelty 1984	77	81,7	64,5-105,0	253	40-685	.136	.001 ^{ns}	.001	+16 2.63	2.0 ^{ns}
Villi 1982	62	79,6	65,0-101,5	279	103-538	.198	.001 ^{ns}	.001	+13 1.63	.9 ^{ns}
Viljelty 1982	16	74,8	64,0-93,0	245	167-348	.107	.002 ^{ns}	.002	+28 7.66	1.2 ^{ns}

3.5. Mätimunien koon muuntelu lohen koon suhteen

Pituus selitti erittäin merkittävän osan mätimunien koon muuntelusta villedillä ja viljellyillä lohilla ($F = 102.26^{***}$, $F = 63.23^{***}$, 20.14^{***}). Regression alhainen selvitysaste ($F = 2.10^{ns}$) vuoden 1982 aineistossa lienee johtunut viljeltyjen lohien pienestä otoksesta. Mätimunien koko kasvoi lohen pituuden kasvaessa ($p < 0.001$) (taulukko 7). Mätimunien koko korreloi paremmin lohen nettopainoon

($r=.84^{***}$, $r=.73^{***}$, $r=.59^{***}$, $r=.34^{ns}$) kuin pituuden (taulukko 7) tai merivuosien lukumäärään ($r=.60^{***}$, $r=.13^{ns}$, $r=.52^{***}$, $r=.18^{ns}$).

Taulukko 7. Mätimunien koon muuntelu lohen pituuden suhteen. Mätimunien koon (S) ja lohen pituuden (L) välisen regressiosuoran $S = a + bL$, parametrit: a = leikkauspiste, b = regressiokerroin, s_b = regressioker-toimen keskihajonta, r = korrelaatiokerroin, $r^2 \times 100$ = selvityskerroin. Regressiokertoimen merkitsevyyttä on testattu t-testillä; $t = |b|/s_b$. Selvitetyt hajonnan ja jäännöshajonnan välistä suhdetta on tutkittu tekemällä F-testi varianssi-en välillä. Merkitsevyyt: ns = ei merkitsevä, *** = $p < 0.001$. Munakoko on laskettu jakamalla gonadipaino munamäärällä.

Aineisto ja tausta	N	Pituus		Munakoko		Regressiosuoran arvot			r 100x r ² %	F
		\bar{x} cm	vaihteluväli	100 x g	vaihteluväli	a	b	s_b		
Villi 1984	51	81,0	60,5-102,0	13,79	9,4-18,2	.45	.17 ^{***}	.016	+82 67.61	102.3 ^{***}
Viljelty 1984	77	81,7	64,5-105,0	14.80	9,5-21,1	-1.78	.20 ^{***}	.025	+68 45.74	63.2 ^{***}
Villi 1982	62	79,6	65,0-101,5	14,28	10,4-21,6	3.76	.13 ^{***}	.029	+50 25.13	20.1 ^{***}
Viljelty 1982	16	74,8	64,0-93,0	13,65	9,4-17,6	5.34	.11 ^{ns}	.077	+36 13.06	2.1 ^{ns}

Villien emolohien mätimunien koko oli pienempi kuin viljeltyjen lohien molemmissa ikäryhmissä A,2+ ja A,3+ vuoden 1984 aineistossa ($p < 0.05$) (taulukko 8). Kolmen merivuoden lohien mätimunien koko oli suurempi kuin kahden merivuoden lohien mätimunien koko kaikissa ryhmissä. Mätimunien koon hajonta ikäryhmissä A,2+ ja A,3+ oli suurempi viljellyillä kuin villedillä lohilla (taulukko 8). Mätimunaan kasvu kalan pituuden, painon ja merivuosien lukumäärän myötä ja viljeltyjen lohien suurempi ikäkohtainen mätimunien koko oli syynä osittain fekunditeetin eroon villien ja viljeltyjen lohien välillä (kuva 2).

Taulukko 8. Kemijokisuun emolohien mätimunien koko ikäryhmissä A,2 ja A,3+ vuosina 1982 ja 1984. Mätimunien koko on saatu jakamalla gonadipaino munamäärällä. Villien ja viljeltyjen lohien munakoon ero on testattu t-testillä; ns ei merkitsevä, * $p < 0.05$.

Aineisto ja tausta	N	Ikäryhmä	Munakoko \bar{x} g	hajonta	t-testi
Villi 1984	37	A,2+	.1303	.0171	2.18 *
Viljelty 1984	57	A,2+	.1401	.0265	
Villi 1982	42	A,2+	.1346	.0171	.03 ^{ns}
Viljelty 1982	14	A,2+	.1348	.0266	
Villi 1984	13	A,3+	.1560	.0173	2.57 *
Viljelty 1984	17	A,3+	.1753	.0224	
Villi 1982	20	A,3+	.1601	.0241	.65 ^{ns}
Viljelty 1982	2	A,3+	.1485	.0253	

Vuoden 1982 mätimunänäytteiden pitempiaikaisen pakastuksen ei havaittu oleellisesti laskevan näytteiden painoa. Vuoden 1982 aineistossa ei ollut kevyempiä munia kuin vuoden 1984 aineistossa (taulukko 8).

4. TARKASTELU

Taustaltaan villien ja viljeltyjen lohien vertailu ikäryhmittäin A,2+ ja A,3+ osoitti, että villedillä lohilla oli jonkin verran suurempi fekunditeetti ($p < 0.1$), mutta pienemmät mätimunat ($p < 0.05$) kuin viljellyillä lohilla. Kaikissa vertailtavissa ryhmissä ei ollut kuitenkaan eroa, mutta ei myöskään tilastollisesti merkitsevää vastakkaista tulosta.

Viljeltyjen lohien suurempi mätimunien koko ja siitä aiheutuva alhaisempi fekunditeetti saattoi johtua perinnöllisistä eroista tai erilaisista ympäristöoloista poikasvaiheen aikana. Villit ja viljellyt lohet olivat alkuperältään eri lohikantaa. Villit lohet olivat lähtöisin Tornionjoen luonnonkannasta, mutta viljellyt lohet koostuivat todennäköisesti useammasta Perämeren kannasta, mutta lienevät suurimmaksi osaksi Iijoen lohta, jota on istutettu Kemi-jokisuuhun 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa. Mätimunien koon kanta-kohtaista muuntelua on aiemmin havaittu Itämeren ja Atlantin lohella (LARSSON & PICKOVA 1978, AULSTAD & GJEDREM 1973).

Perinnöllisen taustan lisäksi villien ja viljeltyjen lohien erilaiset ympäristöolosuhteet poikasvaiheessa tai erilainen reagointi ympäristötekijöihin aikuisvaiheessa voivat vaikuttaa mätimunien määrään ja kokoon. Emokalaston ruokintakokeilla on osoitettu, että kaksi kertaa enemmän rehua saaneet kirjolohet (*Salmo gairdneri*) kasvoivat merkitsevästi paremmin ja tuottivat enemmän ja suurempia mätimunia. Vähemmän rehua saaneet kirjolohet tuottivat kuitenkin nettopainoa kohden enemmän mätimunia pienestä mätimunien koosta johtuen. Munakoon ei havaittu vaikuttavan mätimunien ja poikasten laatuun (SPRINGATE & BROMAGE 1984). Toisen kokeellisen tutkimuksen mukaan dieetti vähensi kirjolohen fekunditeettia, mutta ei vaikuttanut munakokoon (SCOTT 1962). Paremmin ruokitut taimenet (*S. trutta* L.) taasen tuottivat enemmän, mutta pienempiä mätimunia kuin heikommin ruokitut taimenet (BAGENAL 1969). Viljeltyjen poikasten ruokavalion ja ruokailukäyttäytymisen on havaittu poikkeavan

luonnonpoikasten ruokailusta, 1-vuotiaana istutetuilla poikasilla on yksipuolisempi ruokavalio (SOCIAK et al 1979). On ilmeistä, että ravinto vaikuttaa mätimunien kokoon ja määrään. Se miten paljon poikasvaiheen erilainen ravinto ja mahdollisesti erilainen ravintokäyttäytyminen meressä aiheuttavat eroja villien ja viljeltyjen lohien fekunditeettiin ja mätimunien kokoon ja mikä on lohien ravinnon saatavuuden ja mätimunien kokoon ja määrän välinen suhde, on selvittämättä.

Lohen taustalla näytti olevan suurempi vaikutus mätimunien kokoon kuin gonadipainoon. Villien ja viljeltyjen lohien ikäkohtaiset fekunditeettierot, mutta vastaavien ikäkohtaisten gonadipainoerojen puuttuminen osoitti, että villit ja viljeltyt lohet panostivat määrällisesti yhtä paljon lisääntymiseen ja munarauhasiin. Tosin myös suhteellinen gonadipaino oli hieman suurempi villeillä kuin viljellyillä lohilla ikäryhmässä A,2+ ($p < 0.1$) (taulukko 2). Lohen mätimunien koko kasvoi kalan koon ja merivuosien määrän myötä sekä villeillä että viljellyillä lohilla (taulukko 7 ja 8). Lohen koon ja mätimunien välisestä positiivisesta korrelaatiosta on havaintoja luonnonkannoista ja viljelykannoista (mm. POPE et al 1961, AULSTAD & GJEDREM 1973, LARSSON & PICKOVA 1978, PROUZET et al 1984). Mätimunien koon positiivinen suhde kalan ikään ei ole niin ilmeinen kuin kokoon (AULSTAD & GJEDREM 1973; THORPE et al 1984).

Fekunditeetin muuntelu lohien pituuden suhteen oli samanlainen villeillä ja viljellyillä lohilla ($F = .9^{ns}$). Fekunditeetti korreloi positiivisesti kalan pituuden ja painon kanssa villeillä ja viljellyillä lohilla ($p < 0.001$). Luonnonkannoilla positiivisen korrelaation lohien koon ja painon fekunditeetin välillä ovat havainneet mm. POPE et al (1961), BAUM & MEISTER (1971) ja PROUZET et al (1984).

Suhteellinen fekunditeetti laskee lohien kasvaessa (taulukko 5). Saman havainnon lohella ovat tehneet aiemmin mm. BAUM ja MEISTER (1971). Suhteellinen gonadipaino ei muunnellut kalan pituuden, painon tai merivuosien määrän suhteen (taulukko 6). Siis eri kokoiset ja ikäiset lohet panostavat suhteellisesti yhtä paljon munarauhasiin, mutta mätimunien koko ja määrä muuntelee lohien koon ja iän suhteen.

Villi- ja viljelylohien fekunditeetti- ja mätimunän kokoerolla on merkitystä mm. viljelyn kannalta, jos emokalat tuottavat nettopainoon nähden eri määrän mätimunia ja mikäli munakoko vaikuttaa mätimunän ja poikasten laatuun ja elossasäilyvyyteen. Viljelyolosuhteissa lohien mätimunän koon on havaittu korreloivan positiivisesti ainakin 8 kuukauden ajan jälkeläisten pituuteen ($p < 0.1$), mutta ei jälkeläisten elossasäilyvyyteen (GLEBE et al 1979).

Eri kokoiset mätimunat erosivat ravintomäärän, mutta ei ravinnon koostumuksen puolesta (GLEBE et al 1979).

Myös THORPEN et al (1984) kasvatuskokeet lohella osoittivat, että suuremmista mätimunista kehittyi suurempia poikasia ($p < 0.001$), mutta kasvukauden lopussa munakoosta johtuva kokoero oli hävinnyt. Pienistä mätimunista kehittyvien jälkeläisten on oletettu kasvavan nopeammin, kun taas isoista mätimunista kehittyvät poikaset pärjäävät paremmin reviirien valtauksessa (THORPE et al 1984). SVÄRDSSON (1949) on myös arvioinut, että iso mätimunän koko lisää lohien poikasen elossasäilymistodennäköisyyttä luonnonoloissa.

Tutkimuksessa havaittujen villien ja viljeltyjen lohien fekunditeetti ja mätimunän kokoerojen perusteella ei voida osoittaa, että taustaltaan villien tai viljeltyjen emolohien lisääntymiskyvyssä olisi merkittäviä eroja.

KIIITOKSET

Tekijä kiittää lämpimästi Lautiosaaren kalanviljelylaitoksen henkilökuntaa ja Kemijoki Oy:tä yhteistyöstä ja FinnLöfiä avusta aineiston tilastokäsittelyssä ja useita RKTL:n tutkijoita käsikirjoitukseen tehdyistä parannusehdotuksista.

LÄHDELUETTELO

- ANTERE, I & IKONEN, E. 1983. A method of distinguishing wild salmon from those originating from fish farms on the basis of scale structure. ICES. C. M. 1982/M:40. 16 p.
- AULSTAD, D. & GJEDREM, T. 1973. The egg size of salmon (Salmo salar) in norwegian rivers. Aquaculture 2. 337-341.
- BAGENAL, T.B. 1969. The relationship between food supply and fecundity in brown trout Salmo trutta L. J. Fish.Biol. 1. 167-182.
- BAUM, E.T. & MEISTER, A.L. 1971. Fecundity of Atlantic salmon (Salmo salar) from two Maine rivers. J.Fish.Res.Bd.Canada 28.764-767.
- DIXON, W.J.(ed.) 1981. BMDP Statistical software. Berkeley. University of California Press. 725 p.
- GLEBE, B.O., APPY, T.D. & SAUNDERS, R.L. 1979. Variation in Atlantic salmon (Salmo salar) reproductive traits and their implications in breeding programs. ICES. Anadromous and Catadromous Fish Committee. C.M. 1979/M:23. 7 p.+ 8 figures.
- HELLE, J.H. 1981. Significance of the stock conception artificial propagation of salmonids in Alaska. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 38:1665-1671.
- IKONEN, E. & AUVINEN, H. 1984. Migration of salmon in the Baltic Sea, based on Finnish tagging experiments. ICES. Anadromous and Catadromous Fish Committee.C.M. 1984/M:4. 14 p. + 3 tables+ 14 figures.
- KARLSTRÖM, Ö. 1983. Hur är situation för laxbestånden i våra naturliga och odlade laxälvar. Fiskeriintendenten, övre norra distriktet. 11 s. Moniste.
- KOLJONEN, M., -L. 1984. Suomen lohikantojen entsyymigeneettinen muuntelu. Helsingin yliopisto. Pro gradu-tutkielma. 94 s. Moniste.
- LARSSON, P.-O. & PICKOVA, J. 1978. Egg size of salmon (Salmo salar) in correlation to female age and weight in three river stocks. Salmon Research Institute Report 2. 6 s.
- LINDROTH, A., LARSSON, P.-O. & BERTMAR, G. 1982. Where does the Baltic salmon go? In: Müller, K.(ed.). Coastal Research in the Gulf of Bothnia. Dr.W.Jank Publishers, The Hauge. Boston. p.387-414.

- MANN, R.H & MILLS, C.A. 1979. Demographic Aspects of Fish Fecundity. Teoksessa: Fish Phenology; anabolic adaptiveness in teleosts. (toim. P. J. MILLER). Symp.Zool.Soc.Lond. No 44, 161-177.
- POPE, J.A., MILLS, D.H. & SHEARER, W.M. 1961. The fecundity of Atlantic Salmon (Salmo salar Linn.). Freshwater and Salmon Fisheries Research. Dep.Agr.Fish.Scot. Rep. 26. 12p.
- PROUZET, P., BAIL, P.Y. & HEYDORFF, M. 1984. Sex ratio and Potential Fecundity of Atlantic Salmon (Salmo salar L.) caught by Anglers on the Elorn River (Northern Brittany, France) during 1979 and 1980. Fish Mgmt. 15. s. 123-130.
- PRUUKI, V., ANTTINEN, P. & AHVONEN, A. 1985. Tornion- Muonionjoen vesistöön kalatalaoustutkimus, Helsinki. RKTL. Kalantutkimusosasto. Monistettu ja julkaisu 32. 238 s.
- RYMAN, N. & STÅHL, G. 1980. Genetic changes in hatchery stock of brown trout (Salmo trutta). Can.J.Fish.Aquat.Sci. 37.82-87.
- SCOTT, D.P. 1962. Effect of food quantity on fecundity of rainbow trout Salmo gairdneri. J. Fish. Res. Bd. Can. 19: 715-731.
- SOCIACK, A.J., RANDALL, R.G. & MCKENZIE, J.A. 1979. Feeding by hatchery-reared and wild Atlantic salmon (Salmo salar) parr in streams. J.Dish.Res.Board.Can. 36. 1400-1412.
- SPRINGATE, J. & BROMAGE, N. 1984. The 'how' and 'when' of feeding parents. Fish farmer. 7.30-31.
- SVÄRDSON, G. 1949. Natural selection and egg number in fish. Rept.Inst. Freshwater Res., Drottningholm. 29. 115-122. In Ann. Report for 1948.
- THORPE, J.E., MILES, M.S. & KEAY, D.S. 1984. Developmental rate, fecundity and egg size in Atlantic salmon, Salmo salar L. -Aquaculture 43: 289-305.
- TOIVONEN, J. 1981. Lohen viljeltyjen ja luonnon vaelluspoikasten väliset saaliserot. Helsinki. RKTL. Kalantutkimusosasto. Monistettu ja julkaisu 3:75-79.
- TOIVONEN, J. & JUTILA, E. 1982. Report on parr populations densities, tagging experiments and river catches of the salmon stock of the river Simojoki in 1972-1980. ICES. Anadromous and Catadromous Fish Committee. C.M. 1982/M:40. 16p.

WOOTTON, R.J. 1979. Energy Cost of Egg Production and Environmental Determinants of Fecundity in Teleost Fishes. Teoksessa: Fish phenology: anabolic adaptiveness in teleosts. (toim. P.J. MILLER). Symp. Zool. Soc. Lond. No 44. 133-159.

**RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS,
KALANTUTKIMUSOSASTO**

MONISTETTUA JULKAISUJA

- No 28. HEIKINHEIMO-SCHMID, O., PURSIAINEN, M., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P.: Country Report of Finland for the Intersessional Period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1982—1984. Helsinki 1984. 51 pp.
- No 29. VIITANEN, M., NIEMINEN, M. ja ROSBERG, T.: Ammattimaisesti kalastetun kalan käyttö teollisuudessa. Helsinki 1984. 90 s.
- No 30. SUMARI, O., SIITONEN, L. ja LINDER, D.: Valtakunnallinen kirjoloihen rodunjalostusohjelma. Helsinki 1984. 82 s.
- No 31. Valtion kalanviljelyn VI neuvottelupäivät 30.—31.3.1982 Kuopiossa. Toim. A. Vihervuori. Helsinki 1985. 120 s.
- No 32. PRUUKI, V., ANTTINEN, P. ja AHVONEN, A.: Tornion-Muonionjoen vesistön kalataloustutkimus. Helsinki 1985. 238 s.
- No 33. HILDÉN, M., LEHTONEN, H., IKONEN, E. ja SALOJÄRVI, K.: Tutkimusmenetelmät kalataloudellisessa velvoitetarkkailussa. 1—187.
PERSSON, P.-E.: Kalojen aistinvarainen arviointi. Suositukset kalojen haju- ja makuvirheiden tutkimiseksi. 189—206.
WESTMAN, K., PURSIAINEN, M., NYLUND, V. ja JÄRVENPÄÄ, T.: Raputaloudelliset tarkkailu- ja velvoitetutkimukset. Tavoitteet, menetelmä ja toteutus. 207—265. Helsinki 1985.
- No 34. MUTENIA, A.: Kalastus ja kalansaaliin alueellinen jakautuminen Inarijärvellä vuonna 1979. 1—19.
MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1980 ja kalastuksen ja kalansaaliin kehittyminen. 20—36.
MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1981 ja virkistyskalastuksen taloudellisesta merkityksestä. 37—50.
MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1982. 51—58.
MUTENIA, A. ja OKSMAN, H.: Lokan ja Porttipahdan tekojärvien kalavarojen hyödyntäminen. 59—72. Helsinki 1985.
- No 35. VIHERVUORI, A.: Jänisjoen vesistön kala- ja rapukannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi. Helsinki 1985. 114 s.
- No 36. SEPPONEN, M. ja HILDÉN, M.: Virkistys- ja kotitarvekalastus merenkurkun pohjoisosassa vuonna 1981. 1—32.
KOIVISTO, V. ja PARMANNE, R.: Vedenalaisten räjähdysten aiheuttamista kalakuolemista Lounais-Suomessa Reilan ammunta-alueella. 33—64. Helsinki 1985.
- No 37. KOLJONEN, M.-L.: Suomen lohikantojen entsyymigeneettinen muuntelu. Helsinki 1985. 94 s.
- No 38. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston tutkimus-, palvelu-, tiedotus- ja julkaisutoiminta vuonna 1983. Helsinki 1985. 133 s.
- No 39. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1985. Helsinki 1985. 155 s.
- No 40. SALOJÄRVI, K., PARTANEN, H., AUVINEN, H., JURVELIUS, J., JÄNTTI-HUHTANEN, N. ja RAJAKALLIO, R.: Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelma. Osa I: Nykytila. Helsinki 1985. 278 s.
- No 41. SALOJÄRVI, K. ja PARTANEN, H.: Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelma. Osa II: Suunnitelma. Helsinki 1985. 116 s.
- No 42. PURSIAINEN, M., ASLA, I., KANNEL, R. ja WESTMAN, K.: Lohenpoikasten vapautuslaskokeet Selkämeren rannikolla vuosina 1983—1984. 1—28.
NAARMINEN, M.: Lohi- ja taimenmerkintöjen yhteydessä tapahtuvasta kalojen käsittelystä, kuljetuksesta ja istutuksesta. 29—62. Helsinki 1985.
- No 43. SALMI, P.: Ammattikalastuksen investointien, vuosiansioiden ja saaliiden aikasarja-analyysi vuosilta 1978—1982. Helsinki 1986. 46 s.

SISÄLTÖ

KALLIO, I.: Vaelluskalakantojen nykyinen tila ja hoito	1—51
KALLIO, I.: Istutettujen ja luonnonkudusta peräisin olevien emolohien (Salmo salar L.) fekunditeetti ja mätimunien koko	53—74