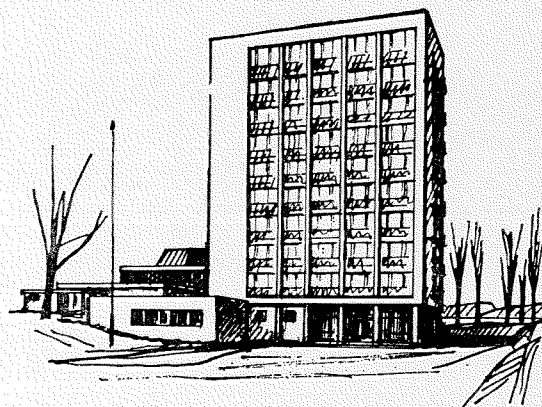


Fisken og Havet

RAPPORTER OG MELDINGER FRA FISKERIDIREKTORATETS
HAYFORSKNINGSINSTITUTT BERGEN



SERIE B

1974 Nr. 26

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

VEKSTVARIASJONER HOS LAKS I OPPDRETT

Av

Gunnar Nævdal, Marianne Holm og Rita Lerøy
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
BERGEN

og

Oscar Ingebrigtsen
Fisk og Forsøk
5198 MATREDAL

Redaktør
Erling Bratberg

SERIE B
1974 Nr. 26

INNLEDNING

Ved Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt ble forsøk vedrørende avl hos laksefisk startet høsten 1971. I en foreløpig rapport (Møller og Nævdal 1973) ble en del av dataene over vekstmålinger for laks og regnbueauren som klekket våren 1972, behandlet. Her vil videre vekstmålinger for laksen fram til fisken var to år bli behandlet, spesielt med tanke på å klarlegge hvor stor del av den observerte variasjonen i lengdevekst som er arvelig kontrollert, og å studere sammenhengen mellom veksthastigheten på ulike alderstrinn.

MATERIALE OG METODER

I Tabell 1 er gitt en oversikt over materialet som danner grunnlaget for disse undersøkelsene. Dato for befruktning og klekking går fram av denne tabellen, og det samme gjelder opphavselv eller anlegg.

Fra hver lokalitet er normalt brukt to stamfisk av hvert kjønn. Rognporsjonen fra hver hunfisk ble delt i to og befruktet med melke av ulik hanfisk. På denne måten ble det fire grupper av befruktet rogn fra hver lokalitet. Disse gruppene danner grunnlag for avkomstgrupper, altså grupper av fisk med samme foreldre. Individene i en gruppe er halvøsken til individene i to andre grupper, idet de har faren felles med den ene og moren felles med den andre.

Fra noen elver var det uråd å få to stamfisk av hvert kjønn, og antall grupper ble derfor færre enn fire. Fra et par lokaliteter ble innsamlet mer enn fire grupper av rogn.

Vedrørende klekking og oppdrett av yngelen og settefisken første året vises til Møller og Nævdal (1973). Fisken gikk i de runde yngelkarene ved Fisk og Forsøk fram til september 1973 da den ble flyttet ut i brakkvann i flytemærer (3 x 3 x 2 m) ved Matreøya. Tabell 2 viser gjennomsnittlig temperatur og saltinnhold for hver måned i yngelkarene og flytemærene. Det ble bare et lite antall smolt etter ett år i disse gruppene, og en har derfor sett bort fra ett-års smolten. Etter to år smoltifiserte det meste av fisken, men i noen grupper var det fremdeles en del fisk uten smoltpreg (Tabell 1). Variasjoner i smoltifiseringen er imidlertid ikke behandlet her.



Tabell 1. Oversikt over avkomstgrupper av laks klekket våren 1972 .

Gr. nr.	Opphav	Befruktningsdato Klekkedato		6 måneder			12 måneder			18 måneder			24 måneder			Smolt %
				Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	
60001	Målselv	18. okt.	2. april	525	200	44,4	469	234	52,5	231	231	109,2	206	100	134,3	86,9
02	"	"	"	20	20	45,1	15	15	55,7	7	7	102,4	6	6		83,3
03	"	"	"	86	86	44,9	54	54	51,8	22	22	93,5	11	11		54,6
04	"	"	"	585	200	45,2	408	200	55,9	206	206	105,1	166	100	131,0	70,5
05	Lakselv	22. okt.	7. april	345	203	56,7	141	141	68,8	146	146	124,2	43	43	133,7	100
06	"	"	"	124	124	50,8	38	38	62,9	25	25	126,2	10	10	131,2	100
07	Alta-elv	28. okt.	21. april	0	0		0	0		0	0		0	0		
08	"	"	"	0	0		0	0		0	0		0	0		
09	"	"	"	199	199	54,7	137	137	63,5	89	89	116,6	4	4		100
10	"	"	"	76	76	53,0	104	104	62,8	71	71	121,6	10	10	162,1	100
11	Lonevåg	31. okt.	28. april	0	0		0	0		0	0		0	0		
12	"	"	"	0	0		0	0		0	0		0	0		
13	"	"	"	0	0		0	0		0	0		0	0		
14	"	8. nov.	11. mai	31	31	54,4	11	11	76,5	9	9	136,3	7	7		100
15	"	"	"	63	63	52,6	26	26	75,8	23	23	128,8	22	22	162,2	100
16	"	15. nov.	15. mai	0	0		0	0		0	0		0	0		
17	"	"	"	25	25	52,7				18	18	135,1	16	16		93,
18	"	21. nov.	19. mai	32	32	52,4	17	17	66,3	11	11	143,7	9	9	173,1	100
19	"	"	"	109	109	49,5	93	93	68,8	57	57	125,8	52	52	167,8	100
20	Lærdal	4. nov.	27. april	60	60	48,9	22	22	68,9	14	14	119,1	0	0		
21	"	"	"	72	72	49,3	44	44	65,3	64	64	113,8	125	102	143,2	99,1
22	"	"	"	575	201	56,9	501	208	66,3	316	203	116,1	190	107	147,3	98,3
23	"	"	"	360	180	53,9	217	217	70,6	115	115	110,1	76	76	142,2	100

Tabell 1 forts.

Gr. nr.	Opphav	Befruktningsdato klekkedato		6 måneder			12 måneder			18 måneder			24 måneder			Smolt %
				Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	
60024	Rauma	6. nov.	29. april	293	200	54,5	262	200	71,4	118	118	128,9	108	108	160,6	99,1
25	"	"	"	0	0		0	0		0	0		0	0		
26	"	"	"	81	81	53,1	22	22	73,1	10	10	119,5	9	9		77,8
27	"	"	"	70	70	49,9	17	17	71,6	25	25	132,0	24	24		95,8
28	Etne-elv	8. nov.	27. april	383	200	62,2	380	200	81,1	253	216	112,5	279	100	142,0	95,3
29	"	"	"	103	103	59,5	20	20	94,3	39	39	117,4	0	0		
30	"	"	"	257	201	56,8	215	215	69,3	205	205	104,3	238	103	140,5	94,5
31	"	"	"	556	205	56,5	507	200	71,1	489	200	106,2	404	100	142,2	96,5
32	Tengselva	11. nov.	28. april	187	187	57,9	157	157	77,8	140	140	118,3	57	57	147,9	100
33	"	"	"	65	65	63,0		55	91,6	79	79	120,1	50	50	152,4	100
34	"	"	"	306	200	55,6	294	203	70,4	201	201	109,6	81	81	147,9	100
35	"	"	"	0	0		0	0		0	0		0	0		
36	Gaula	20. nov.	15. mai	1165	200	52,2	1047	200	59,5	1	1		0	0		
37	"	"	"	590	200	55,7	540	204	69,8	320	100	115,2	257	107	146,7	98,8
38	"	"	"	890	200	54,6	650	200	65,4	374	100	111,5	292	111	141,1	93,5
39	"	"	"	670	200	52,9	656	206	64,5	277	100	110,1	201	101	136,4	98,5
40	Opo	23. nov.	17. mai	1440	200	52,3	950	202	57,4	980	100	101,8	162	111	155,6	100
41	"	"	"	940	200	52,1	802	205	67,2	633	100	98,0	74	74	159,4	100
42	Eio	25. nov.	19. mai	720	200	57,2	246	199	76,9		19	120,5	2			
43	"	"	"	283	203	62,1	150	149	81,0	1170	100	124,0	480	145	149,3	100
44	"	"	"	555	200	58,5	320	200	71,4		61	122,4	11			
45	"	"	"	520	205	62,7	355	200	83,1		11	122,6	4			

Tabell 1 . forts.

Gr.nr.	Opphav	Befruktningsdato klekkedato	6 måneder			12 måneder			18 måneder			24 måneder			Smolt %
			Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	
60046	Vosso	3. des. -23. mai	777	227	53,8	707	206	65,5	372	100	113,5	250	104	149,8	92,2
47	"	" "	375	200	55,9	259	203	74,4	236	100	120,5	188	102	153,6	98,4
48	"	" "	690	210	53,2	609	229	63,6	393	100	102,5	233	126	137,8	84,5
49	"	" "	1140	220	53,3	926	206	65,3	685	100	106,7	440	112	145,4	88,8
50	ErosLaks	30. nov. 21. mai	27	27	57,8	9	9	95,6	10	10	142,7	10	10		
51	"	" "	0	0		0	0		0	0		0	0		
52	"	" "	660	200	57,4	540	200	76,1	439	102	130,9	416	100	164,2	99,5
53	"	" "	14	14	58,6	9	9	95,6	40	40	132,2	32	32	166,0	100
54	"	" "	0	0		0	0		0	0		0	0		
55	"	" "	485	205	57,2	457	204	69,2	194	100	104,5	176	101	138,4	84,7
56	"	" "	0	0		0	0		0	0		0	0		
57	"	" "	250	200	57,1	149	149	78,6	132	109	137,9	117	97	169,4	100
58	"	" "	100	100	61,4	28	28	87,0	17	17	143,4	17	17	181,4	100
59	"	" "	1275	200	56,3	1175	205	67,4	1050	100	107,6	638	128	138,8	89,3
60	"	" "	365	200	56,3	222	222	73,5	119	100	101,2	89	89	138,1	91,0
61	"	8. jan. 6. juni	627	200	42,6	432	200	55,4	264	100	92,7	107	107	126,3	66,4
62	"	" "	682	200	51,6	580	200	69,6	365	100	114,5	345	111	150,1	86,3
63	Skellafte	22. okt. 24. april	1130	200	60,0	1100	200	77,2	901	206	105,7	827	109	132,9	92,3
64	ålv, Sverige	" "	2250	200	56,5	2131	201	66,7	1180	200	107,0	880	97	130,2	68,6
65	"	" "	475	210	58,1	250	200	69,4	140	140	115,9	134	118	133,7	89,6
66	"	" "	760	200	58,7	591	200	73,1	40	40	113,8	65	65	135,0	95,4

Tabell 1, forts.

Gr. nr.	Opphav	Befruktningsdato Klekkedato		6 måneder			12 måneder			18 måneder			24 måneder			Smolt %
				Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	Ant. tot.	Ant. målt	Gj. lengde	
60067	Maria Pond	24. nov	29. febr.	188	188	56,6	51	51	76,8	60	60	121,1	24	24	138,7	100
68	Canada	"	"	831	831	59,3	412	200	71,5	336	210	112,0	141	104	152,1	100
69	"	"	"	589	589	59,6	193	193	73,3	149	149	117,7	38	38	147,3	100
70	"	"	"	0	0		0	0		0	0		0	0		
71	McDonald River	29. okt.	2. mars	27	27	60,4	22	22	67,4	7	7	109,6	1	1		92,6
72	Canada	"	"	419	419	61,7	253	202	71,8	138	138	113,7	68	68	125,4	95,5
73	"	"	"	53	53	65,2	20	20	76,9	148	148	115,9	67	67	133,5	
74	"	"	"	112	42	67,3	36	36	74,8	24	24	111,3	5	5		

Tabell 2. Månedelige middelverdier for temperatur og saltinnhold i vannet for avkomstgrupper av laks klekket våren 1972.

Måned/år	Temperatur	Saltinnhold, o/oo
Juni 1972	10,5	1,5
Juli	14,7	3,6
August	12,7	3,2
September	10,4	2,0
Oktober	9,3	1,7
November	6,6	1,7
Desember	5,8	1,6
Januar 1973	5,6	2,8
Februar	5,0	4,2
Mars	5,2	7,3
April	5,8	6,8
Mai	7,1	6,9
Juni	9,2	2,8
Juli	13,3	2,1
August	12,3	2,0
September	10,8	2,3
Oktober	9,8	19,3
November	6,8	16,7
Desember	6,0	19,4
Januar 1974	4,6	16,9
Februar	4,3	21,2
Mars	4,1	22,4
April	5,0	21,7
Mai	10,2	24,9
Juni	13,1	23,8

Vekstmålinger (lengdemålinger) er foretatt for hvert halvår, altså i alt fire ganger fram til to-års alderen. Fra hver gruppe ble målt (totallengde) 100 eller 200 fisk. For små grupper ble alle individene målt, og i noen tilfeller ble alle individene målt uansett totalantall.

Av ulike årsaker var det stor og varierende dødelighet i gruppene. I hvilken grad dette influerer på resultatene, vil bli diskutert seinere.

Dataene ble behandlet etter standard statistiske metoder for berekning av statistiske og genetiske parametre (Becker 1967, Aulstad, Gjedrem og Skjervold 1972). Lengdefordelingene ble overført til hullkort, og standard parametre som gjennomsnittsverdier, kvadratsummer, standardavvik etc. ble bereknet ved hjelp av elektronisk reknemaskin (NORD 1). Videre beregninger ble utført enten med elektronisk bordkalkulator eller med NORD 1.

Da en hadde flere grupper enn yngelkar, måtte flere grupper gå sammen i samme kar. Fiskene ble da merket med kombinasjoner av finneklipping.

RESULTATER

I Tabell 1 er vist gjennomsnittslengder for hver gruppe på de ulike alderstrinn. Også totalantallet og antall målt på de ulike alderstrinn er vist i tabellen. I noen tilfeller er antallet større ved seinere enn ved tidligere opptellinger. Dette må komme av feil ved avlesningene av finneklippingene, og i den videre behandling av dataene er slike grupper holdt utenfor.

Det går fram av tabellen at gjennomsnittslengdene varierer tildels ganske sterkt, men det synes ikke alltid som om de gruppene som vokser hurtig i sitt første leveår, alltid vil fortsette å vokse hurtig. Dette er nærmere undersøkt ved en regresjonsanalyse der det er bereknet regresjons- og korrelasjonskoeffisienter for parvise verdier for to og to alderstrinn av samme gruppe. Resultatene er vist i Tabell 3. Det går fram av denne tabellen at sammenhengen mellom veksthastigheten på de ulike alderstrinn er ganske stram for målinger som ligger nær hverandre i tid (f. eks. 6 og 12 måneders alderen),

Tabell 3. Korrelasjonskoeffisienter (over diagonalen) og regresjonskoeffisienter (under diagonalen) mellom gjennomsnittslengden for avkomstgrupper av laks målt ved fire ulike alderstrinn.

Alder	6 måneder	12 måneder	18 måneder	24 måneder
6 måneder	-	0,75	0,27	0,00
12 - " -	1,26	-	0,48	0,31
18 - " -	0,51	0,56	-	0,60
24 - " -	0,01	0,46	0,70	-

blir mindre stram jo lenger fra hverandre målingene kommer, og for de to målingene som ligger lengst fra hverandre (6 og 24 måneder) er korrelasjonen nær null.

Sammenhengen mellom rogn diameter og gjennomsnittslengde på fisken 6 og 12 måneder gammel er vist i Fig. 1 og 2. Dataene tilsvarer korrelasjonskoeffisienter på henholdsvis 0,44 og 0,19. Den første er statistisk sikker, men ved å sammenlikne restvariansen (variansen på grunn av spredning omkring regresjonslinjen) med den totale variansen, finner en at bare ca. 19,4% av den observerte variasjonen i gjennomsnittslengder etter 6 måneder kan forklares av variasjoner i rognstørrelsen. Tilsvarende tall for 12 måneders alderen er 3,5%; altså ubetydelig. Om rognstørrelsen har vesentlig betydning for fiskens vekst, så synes den altså å være liten når fisken er blitt 6 måneder og å være så godt som borte når fisken er blitt 12 måneder. Disse resultatene er bare til en viss grad i samsvar med tilsvarende resultater for regnbueaure, hvor det ble funnet en klar sammenheng mellom eggstørrelse og vekst (Bregnballe 1967).

Møller og Nævdal (1973) benyttet helsøskenkorrelasjoner for å estimere arvbarheten, det vil si den del av den fenotypiske variasjon som er kontrollert av additivt (uavhengig) virkende gener. Dette vil imidlertid alltid gi en overestimering av arvbarheten (Falconer 1971). Her er derfor vesentlig nyttet halvsøskenkorrelasjoner for berekning av dette estimatet.

For de 2 x 2 sett som var fullstendige, ble benyttet berekninger etter faktorielt opplegg (Becker 1967). På grunn av at en del grupper gikk ut, kunne bare en del av det totale materialet benyttes for disse berekningene; spesielt gjelder dette målingene etter 18 og 24 måneder.

I Tabell 4 er gitt eksempel på denne berekningsmåten, og estimatene er samlet i Tabell 6. Estimatene av arvbarheten (h^2) varierer en del, men er i alle tilfellene større enn null. h_S^2 er estimat bereknet på grunnlag av halvsøsken grupper med samme far. Ved 6 måneders alderen er h_D^2 større enn h_S^2 , noe som kan skyldes maternal effekt

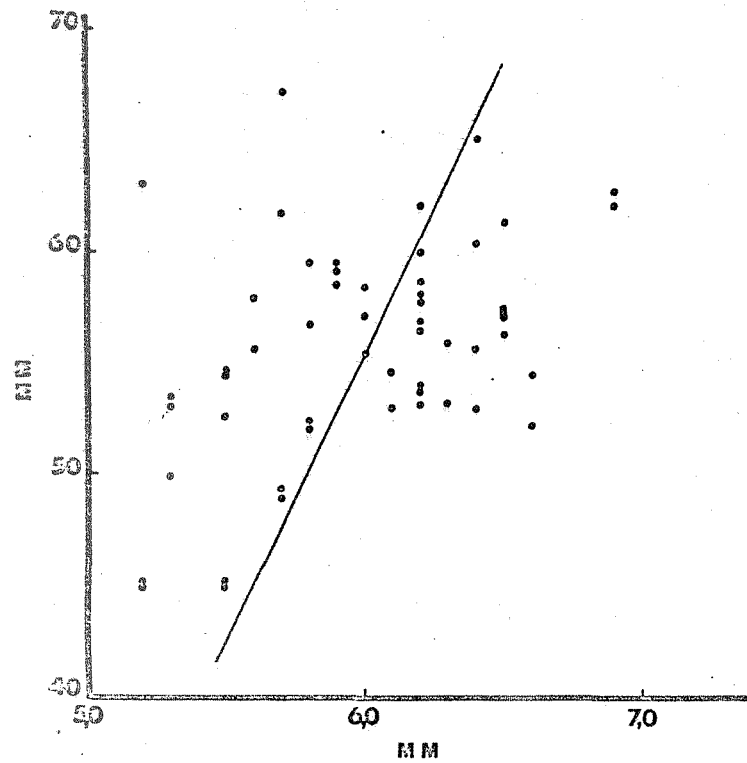


Fig. 1 . Sammenhengen mellom eggdiameter og gjennomsnittslengden etter 6 måneder fra avkomstgrupper av laks.

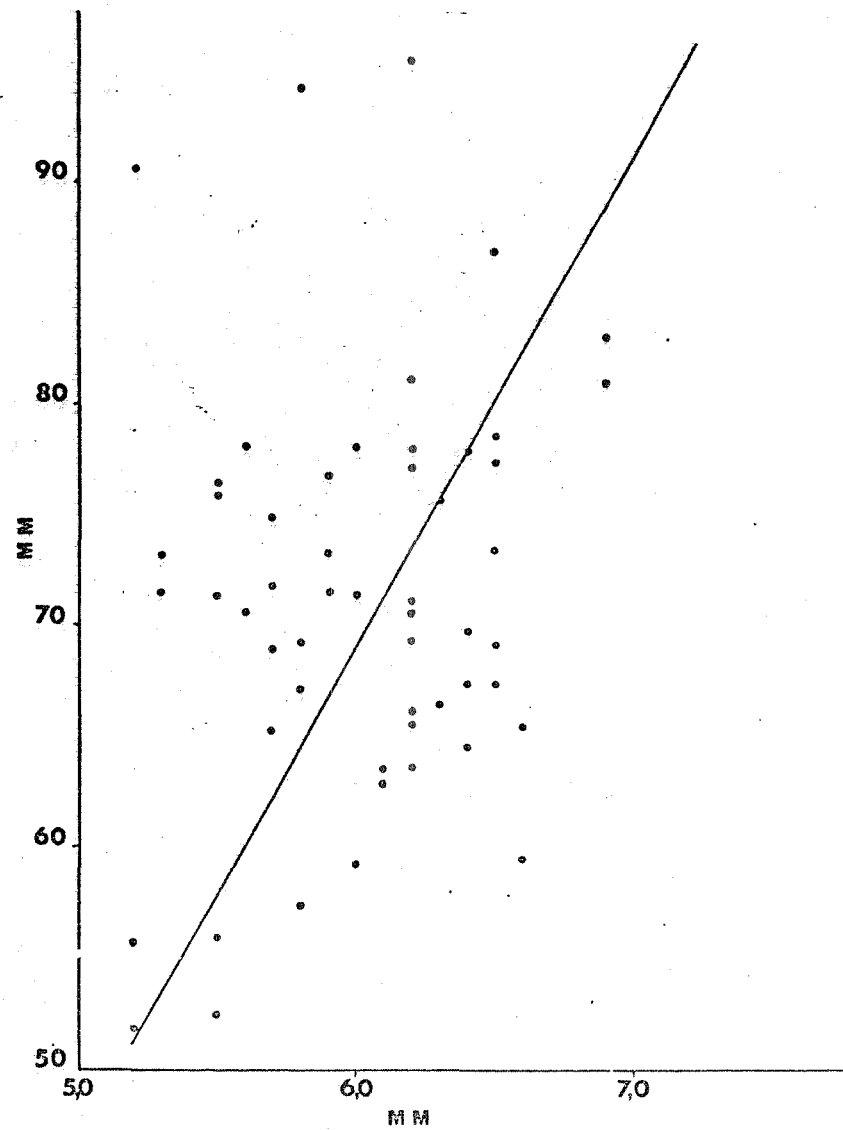


Fig. 2 . Sammenhengen mellom eggdiameter og gjennomsnittslengden etter 12 måneder for avkomstgrupper av laks.

Tabell 4. Variansanalyser for estimering av arvbarhet etter faktorielt opplegg. Lengdevekst laks, 6 måneder.

Variansanalyse 1. Gjennomsnittsverdier av fullsøskengrupper.

Variasjonsårsak	d. f.	Kvadratsum	Middelkvadrat	EMS
Mellom sett	8	953,08	119,135	
SS innen sett	9	58,26	6,473	$n_k \sigma_W^2 + \sigma_{SD}^2 + 2\sigma_S^2$
DD innen sett	9	73,29	8,144	$n_k \sigma_W^2 + \sigma_{SD}^2 + 2\sigma_D^2$
Rest innen sett	9	22,40	2,488	$n_k \sigma_W^2 + \sigma_{SD}^2$

Variansanalyse 2. Individuell variasjon.

Variasjonsårsak	d. f.	Kvadratsum	Middelkvadrat	EMS
Mellom kryssinger	35	19865708	56791,7	
Mellom fullsøsken	6208	289895	46,7	σ_W^2

$$h_S^2 = \frac{4\sigma_S^2}{\sigma_S^2 + \sigma_D^2 + \sigma_{SD}^2 + \sigma_W^2} = 0,15 \quad \text{S.E.} = 0,11$$

$$h_D^2 = \frac{4\sigma_S^2}{\sigma_S^2 + \sigma_D^2 + \sigma_{SD}^2 + \sigma_W^2} = 0,21 \quad \text{S.E.} = 0,13$$

Forkortninger i denne og følgende tabeller :

- d. f. : frihetsgrader
- EMS: estimert middelkvadrat
- n_k : resiproke eller harmoniske middel av antall pr. gruppe
- σ_W^2 : varians mellom fullsøsken
- σ_{SD}^2 : varians p.g.a. likhet mellom helsøskengrupper minus varians p.g.a. likhet mellom halv søskengrupper.
- σ_S^2 : varians p.g.a. likhet mellom halv søskengrupper med samme far.
- σ_D^2 : " " " " " " " " mor.
- S. E.: standardfeil
- h_S^2 : arvbarhet bereknet på grunnlag av halv søskengrupper med samme far.
- h_D^2 : arvbarhet bereknet på grunnlag av halv søskengrupper med samme mor.

(eggstørrelsen), men på alle de seinere stadiene er h_S^2 større enn h_D^2 .

For å nytte en større del av materialet ble også arvbarheten bereknet etter et såkalt hierarkisk opplegg (Becker 1967). Dette vil si at halvsøskengrupper med samme far og halvsøskengrupper med samme mor dannet grunnlag for berekningen av h^2 . I det første tilfellet er h_S^2 bereknet på grunnlag av halvsøskengrupper, mens h_A^2 er bereknet på grunnlag av helsøskengrupper og dermed foruten den additive arv også inneholder dominans (og maternal effekt, Becker 1967). Ved å nytte halvsøskengrupper med samme mor blir det omvendt; h_D^2 er bereknet på grunnlag av likhet mellom halvsøsken, mens h_A^2 er bereknet på grunnlag av likhet mellom helsøsken. Eksempel på berekningsmåten er gitt i Tabell 5.

Denne berekningsmåten forutsetter at det ikke finnes andre slektskapsforhold mellom gruppene enn det som er nevnt. Da de fleste gruppene er blitt til på grunnlag av 2 x 2 kombinasjoner, vil en gruppe som regel ha far felles med én annen gruppe og mor felles med en annen. Av denne grunn er det totale materialet delt i to slik at i hvert tilfelle eksisterer ingen andre slektskapsbånd mellom gruppene enn at de to og to har felles far, henholdsvis mor. Det er derfor foretatt to sett av beregninger som gir to sett av estimat av h^2 .

De estimatene som er bereknet, er samlet i Tabell 5. Også estimatene bereknet på denne måten er tildels høye og nokså varierende. Feilvariansene er store, og dette viser at de enkelte beregninger er forholdsvis usikre. Det synes ikke som estimatene bereknet på grunnlag av likhet mellom helsøsken er vesentlig større enn estimatene bereknet på grunnlag av likhet mellom halvsøsken, og dette tyder på at ikke additiv arv har liten betydning når det gjelder vekst hos laks fram til to-års alderen. Men de generelt høye verdiene for h^2 tyder på at additiv arv er av vesentlig betydning for veksthastigheten på disse stadiene.

DISKUSJON

Hensikten med undersøkelsene var å finne om det er genetisk kontrollert variasjon når det gjelder vekst hos laks, i første omgang fram til smolt-

Tabell 5. Variasjonsanalyse for estimering av arvbarhet fra halv-søskengrupper med samme far. Lengdevekst laks, 6 måneder. Forkortninger se Tabell 4.

1.

Variasjonsårsak	d. f.	Kvadratsum	Middelkvadrat	EMS
Mellom ♂♂	13	114311	8793,2	$\sigma_W^2 + k_2 \sigma_A^2 + k_3 \sigma_S^2$
Mellom ♀♀ innen ♂♂	14	20331	1452,2	$\sigma_W^2 + k_1 \sigma_A^2$
Avkom innen ♀♀	4973	245341	49,3	σ_W^2

$$h_S^2 = \underline{1,01} \quad \text{S. E.} = \underline{0,48}$$

$$h_A^2 = \underline{0,47} \quad \text{S. E.} = \underline{0,17}$$

$$h_{S+A}^2 = \underline{0,74} \quad \text{S. E.} = \underline{0,25}$$

2.

Variasjonsårsak	d. f.	Kvadratsum	Middelkvadrat	EMS
Mellom ♂♂	8	60946	7618,3	$\sigma_W^2 + k_2 \sigma_D^2 + k_3 \sigma_S^2$
Mellom ♀♀ innen ♂♂	9	4499	499,9	$\sigma_W^2 + k_1 \sigma_D^2$
Avkom innen ♀♀	3251	147488	45,4	σ_W^2

$$h_S^2 = \underline{1,14} \quad \text{S. E.} = \underline{0,56}$$

$$h_A^2 = \underline{0,18} \quad \text{S. E.} = \underline{0,08}$$

$$h_{S+A}^2 = \underline{0,66} \quad \text{S. E.} = \underline{0,28}$$

k_1 , k_2 , og k_3 representerer ulike uttrykk for antall individer pr. gruppe. For nærmere forklaring se Becher (1967).

h_A^2 : arvbarhet bereknet på grunnlag av helsøsken-grupper.

Tabell 6. Oversikt over verdier av arvbarhet for lengdevekst hos laks bereknet etter ulike metoder. Standardfeil (S.E.) i parantes. For nærmere forklaring se teksten.

Alder	Faktorielt opplegg			Hierarkisk opplegg					
				Halvsøskengrupper med samme far			Halvsøskengrupper med samme mor		
	h^2_S	h^2_D	h^2_{S+D}	h^2_S	h^2	h^2_{S+A}	h^2_D	h^2_A	h^2_{A+D}
6 måneder	0,15(0,11)	0,21(0,13)	2,07	1,01(0,48)	0,47(0,17)	0,74(0,25)	1,08(0,40)	0,16(0,06)	0,62(0,20)
				1,14(0,56)	0,18(0,08)	0,66(0,28)	1,08(0,54)	0,20(0,094)	0,64(0,272)
12 " "	0,54(0,12)	0,03(0,03)	22,76	0,78(0,52)	0,90(0,34)	0,84(0,28)	0,83(0,44)	0,63(0,23)	0,73(0,23)
				0,49(0,35)	0,41(0,19)	0,45(0,19)	0,38(0,43)	0,75(0,364)	0,56(0,248)
18 " "	0,57(0,07)	0,03(0,02)	1,08	0,19(0,21)	0,37(0,18)	0,28(0,12)	0,09(0,18)	0,44(0,20)	0,27(0,11)
				0,41(0,26)	0,02(0,03)	0,22(0,13)	0,08(0,163)	0,49(0,263)	0,20(0,115)
24 " "	0,27(0,05)	0,07(0,03)	0,58	0,65(0,61)	0,64(0,36)	0,65(0,33)	0,36(0,33)	0,52(0,25)	0,44(0,18)
				0,07(0,08)	0,07(0,06)	0,07(0,04)	0,36(0,334)	0,26(0,172)	0,31(0,178)

stadiet, for bedre å kunne planlegge avlsarbeidet hos denne arten. Videre å studere sammenhengen mellom vekst i ulike faser av fiskens liv med tanke på når utvalg med sikte på forbedring av fiskens vekstegenskaper kan foretas.

At gruppene har samme miljø, er en forutsetning for at en skal kunne finne pålitelige estimat av arvbarheten (det vil si den del av den fenotypiske variasjon som er kontrollert av additive (uavhengige gener) og eventuell ikke-additiv arv.

I disse forsøkene har den største miljømessige forskjell mellom gruppene vært ulikt belegg i karene og flytemærene, men belegget har alltid vært langt lavere enn bereknet maksimumsbelegg (se f. eks. Senstad 1966) skulle tilsi, og det er vanskelig å tro at dette skulle være av vesentlig betydning. Dessuten har fisk innen samme 2 x 2 sett (som regel vil det si fra samme lokalitet) i de fleste tilfellene gått i samme kar eller flytemær, og de beregningene som ble gjort "innen sett" (faktorielt opplegg) skulle derfor være uavhengige av eventuell forskjell i tetthet.

Av andre faktorer av betydning kan nevnes ulik dødelighet i gruppene, bl. a. har gruppene i ulik grad vært utsatt for angrep av vibriose (høsten 1972, våren 1974). Det kan tenkes at vibriosen først og fremst slår ut små og svake individer slik at de gruppene som har vært hardt angrepet, har mistet mye liten fisk med tilsvarende "kunstig" heving av gjennomsnittsstørrelsen. Imidlertid er det i følge de observasjonene som er gjort, ingenting som tyder på at vibriosen tar mer liten enn stor fisk.

Også feilklassifisering av finneklippingene kan være en feilkilde. Spesielt bukfinnene vokser delvis ut igjen etter at de har vært klippet og kan derfor bli tatt for uklippet. Imidlertid vil en bukfinne som vokser ut igjen, alltid ha et "arr" etter klippingen (Stuart 1958), og ved nærmere undersøkelse vil en som regel kunne fastslå om merking har vært foretatt. Verre kan det være når finnerote eller slitasje har slitt finnene slik at de ved seinere regenerasjon får "arr" slik at de kan bli tatt for å være klippet. I hvert fall er det klart at en del feilklassifisering etter finneklipping har forekommet idet antallet

fisk i noen grupper har øket fra måling til måling, men om dette har hatt betydning, så vil det i hvert fall ha ført til at variasjonene mellom gruppene er blitt mindre, altså til underestimering av arvbarheten.

Det er påfallende at det var så liten sammenheng mellom veksthastigheten på de ulike stadier. God vekst tidlig i fiskens liv synes altså ikke uten videre å antyde god vekst seinere. Disse vekstmålingene vil bli fortsatt hvert halvår både for denne og neste årsklasse av laks for å se hvordan veksten utvikler seg, og om mulig vil en også gjennomføre vekstforsøk på individuelt grunnlag. Det er også påfallende at i hvert fall når det gjelder målingene ved 18 og 24 måneder så ligger laks fra Lonevågelva, som er den minste voksne laksen av stamfiskpopulasjonen, på topp i veksthastighet. Det synes i det hele tatt ikke å være noen sammenheng mellom veksten på presmoltstadiet og størrelsen på stamfisken. Dette vil bli nærmere vurdert når fisken har nådd matnyttig størrelse eller kjønnsmodning.

Morseffekten (maternal effekt, her eggstørrelsen) synes å ha en viss betydning når det gjelder veksten første tiden, men etter 6 måneder bidrar denne effekten bare til en liten del av den totale variasjonen, og etter et år er den ytterligere redusert. Imidlertid kan denne faktoren likevel være av vesentlig betydning for resultatet av smoltoppdrettet, bl.a. for overlevingen første tiden etter klekking.

Når det gjelder de verdier for arvbarhet som her er funnet, så er de generelt sett høye, og bare i et par tilfeller nær null. Det synes ikke å være noe gjennomgående trekk at h^2 bereknet av korrelasjoner mellom helsøsken er større enn når h^2 er bereknet av korrelasjoner mellom halvsøsken, og dette skulle tyde på at ikke-additiv arv har liten betydning. De høye verdiene for h^2 tyder på at additiv arv spiller en vesentlig rolle for tilvekst hos laks i de tidlige faser av fiskens liv. Dette er i samsvar med liknende undersøkelser over lakseunger i Sverige (Lindroth 1972).

De resultatene som er omhandlet her, vil bli forsøkt verifisert ved liknende undersøkelser for nye årsklasser av fisk såvel som at de fiskene det gjelder her vil bli fulgt med nye målinger fram til rimelig

slaktestørrelse eller til kjønnsmodning. Den beste kontrollen på om additiv arv spiller så stor rolle som her er antydnet, kan en imidlertid få ved å gjøre utvalg innen og mellom de mest hurtigvoksende gruppene og i kommende generasjoner sammenlikne de utvalgte fiskenes vekstegenskaper med vekstegenskapene til avkom etter fisk som ikke har vært gjenstand for utvalg. Slike forsøk er i gang (utvalg for rask vekst første året) og vil bli utvidet etterhvert.

Imidlertid er det fremdeles usikkert om det har noen hensikt å velge ut fisk etter vekst i tidlige livsperioder med tanke på seinere rask tilvekst. Dette må undersøkes ved fortsatt å korrelere veksten i tidlige livsfaser med veksten seinere, men i alle fall er rask vekst med derpå tidlig smoltifisering av verdi for oppdrett av smolt idet fisken kan bli tidlig utsetningsklar, og derved kan utgiftene ved ferskvannsoffdrettet reduseres. Forutsetningen er at det ikke finnes noen negative korrelasjoner mellom vekst i tidlige og seinere faser av fiskens liv.

Som konklusjon kan en si at arven synes å være av vesentlig betydning når det gjelder tilvekst hos laks på presmoltstadiet, og fenotypisk utvalg synes derfor å kunne gi avlsmessig framgang. Det finnes imidlertid fremdeles en del usikre faktorer (miljøfaktorer) som kan påvirke veksten slik at den eneste sikre måten å etterprøve disse resultatene på er å forsøke fenotypisk utvalg for rask vekst og se om utslaget blir slik en venter det i kommende generasjoner.

Det er heller ikke klart hvordan sammenhengen er mellom vekst på tidlige og seinere stadier i fiskens liv, og dette må også undersøkes før en kan dra full nytte av de vekstvariasjonene som er observert.

LITTERATUR

- Aulstad, D., Gjedrem, T. og Skjervold, H. 1972. Genetic and environmental sources of variation in length and weight of rainbow trout (Salmo gairdneri). J. Fish. Res. Bd. Can., 29 : 237-241.
- Becker, W. A. 1967. Manual of procedures in quantitative genetics. Washington State University Press. Washington.
- Bregnballe, F. 1967. Er store ørredæg af værdi for dambrugene? Ferksvandsfiskeribladet, 1967 (3) : 1-7 (særtrykk).
- Falcomer, D.S. 1970. Introduction to quantitative genetics. The Ronald Press Company, N.Y. 1970.
- Lindroth, A. 1972. Heritability estimates of growth in fish. Agnilo Ser. Zool., 13: 77-80.
- Møller, D. og Nævdal, G. 1973. Variasjoner i yngelvekst hos laks og regnbueaure. Fisken og Havet, Ser. B, 1973 (3): 1-20.
- Senstad, Chr. 1966. Fisketetthet i fôringskar. Notat av 9. desember 1966. til kraftselskapenes settefiskanlegg. 4 s.
- Stuart, T.A. 1958. Marking and regeneration of fins. Freshwater and Salmon Fish. Res., 22: 2-14.

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over tidligere artikler finnes i tidligere nr.

- | | | | |
|------|-----|----|---|
| 1974 | Nr. | 1 | G. Berge og R. Pettersen: Telleinstrument for marine partikler. Videreutvikling av egg telleren. |
| " | Nr. | 2 | E. Egidius: Vibriose .
A. Johannessen: Lakselus . |
| " | Nr. | 3 | B. Bøhle: Blåskjell og blåskjell dyrkning. |
| " | Nr. | 4 | K. Palmork og S. Wilhelmsen: Undersøkelse av fisk fra oljeforurensede område av Gisundet. |
| " | Nr. | 5 | Anon: Lov og forskrifter av betydning for oppdrettsnæringen. |
| " | Nr. | 6 | R. Sætre: En hydrografisk undersøkelse i Matrevågen, Nordhordland. |
| " | Nr. | 7 | E. Bakken: Oversikt over Norges fiskeriresurser. |
| " | Nr. | 8 | F. Kjelstrup-Olsen: Vestlandstoktene 1954-1968. |
| " | Nr. | 9 | F. Utne: Føring og førsammensetninger til ørret og laks i matfiskproduksjonen.
S. Ugletveit: Pigmentering av lakse- og ørretkjøtt.
S. Ugletveit: Forsøk med ulikt vanninnhold i føret til regnbueørret (<u>Salmo gairdneri</u>) ved oppdrett i sjøvann. |
| " | Nr. | 10 | Kr. Fr. Wiborg og K. Hansen: Fiske og utnyttelse av raudåte. |

- 1974 Nr. 11 Oscar Ingebrigtsen: Presentasjon av Fisk og Forsøk, Matredal.
- " Nr. 12 Else Ellingsen: Brisling i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 13 Didrik S. Danielssen: Sild i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 14 Svein A. Iversen: Makrell i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 15 Stein Tveite: Ål i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 16 Stein Tveite: Torsk i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 17 Else Ellingsen: Reker i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 18 Bjørn Bøhle: Blåskjell i Oslofjorden. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 19 Einar Dahl, Else Ellingsen og Stein Tveite: Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med kjølevannsutslipp. Feltundersøkelser i Oslofjordområdet, januar - juni 1974.
- " Nr. 20 Bjørn Bøhle: Temperaturpreferanse hos torsk (Gadus morhua L.) .
- " Nr. 21 Bjørn Bøhle: Dødelighet hos dypvannsreker (Pandalus borealis Krøyer) og torsk (Gadus morhua L.) i oppvarmet sjøvann.

- 1974 Nr. 22 Didrik S. Danielssen og Svein A. Iversen: Egg og larveutvikling hos rødspette (Pleuronectes platessa L.), torsk (Gadus morhua L.) og vårgytende sild (Clupea harengus L.) ved konstante temperaturer.
- " Nr. 23 Didrik S. Danielssen og Svein A. Iversen: Dødelighet og vekst i oppvarmet sjøvann hos I-gruppe tunge (Solea solea L.) og krysning av rødspette (Pleuronectes platessa L.) og skrubbe (Platichthys flesus L.) .
- " Nr. 24 Bjørn Bøhle: Vekt av blåskjell (Mytilus edulis L.) i forskjellige temperaturer og algekonsentrasjoner.
- " Nr. 25 Ole Dag Østhus: Gransking av vekst og åtferd hjå ferskvassrøye i settefiskstadiet.