



Hjerte-helse fra merdkanten - regnbueørret

FHF dialogmøte
Gardermoen 9. - 10. mars 2026

Solveig Willis
FoU- og Stamfiskansvarlig
Svanøy Havbruk



Svanøy Havbruk AS

Etablert i 2005
Aksjeselskap med lokale
eigarar

Lokalisert i Kinn, Askvoll og
Gloppen kommune.

Produserer kun
Regnbogaure

Produksjon:

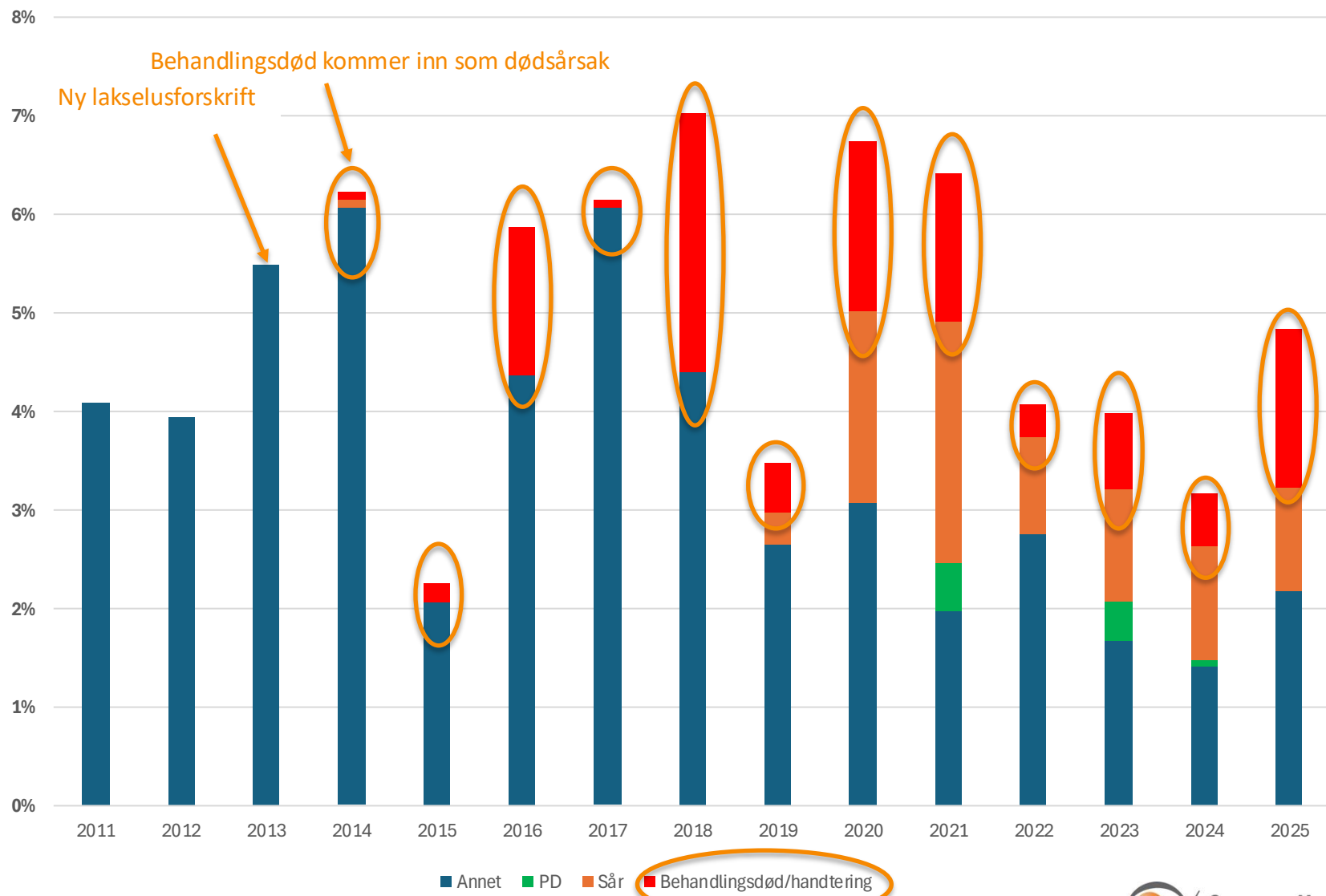
- Matfisk
- Stamfisk og rognproduksjon
- Settefisk
- Postsmolt/Ras
- Konsumrogn

35 tilsette.

FoU selskap

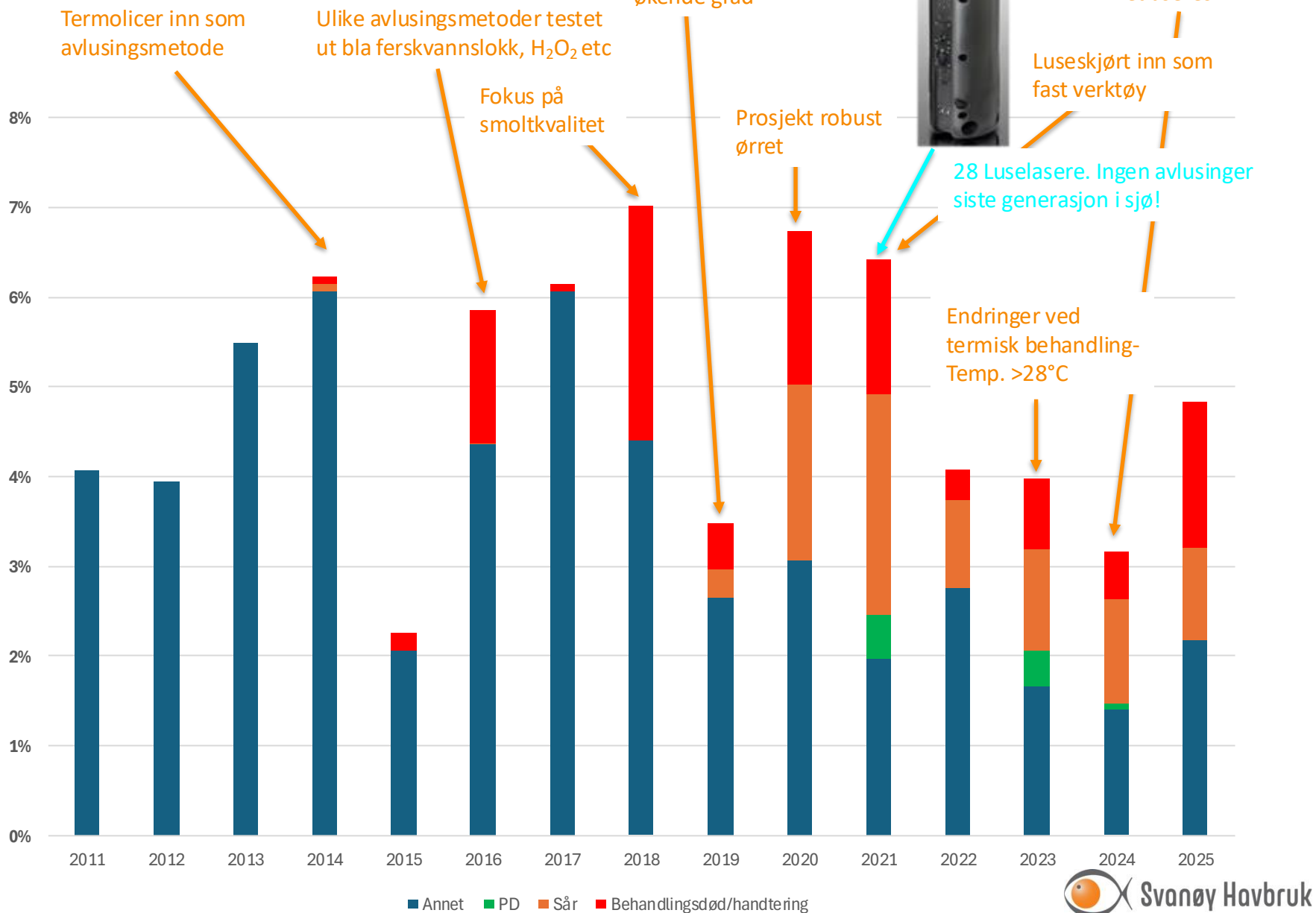


Hva dør regnbueørreten av?



Figur 1. Dødelighet i sjø Svånøy Havbruk, alle lokaliteter 2011 – 2025.

Verktøykassen



Figur 3. Dødelighet i sjø Svanoøy Havbruk, alle lokaliteter 2011 – 2025. m. tiltak for å redusere lus og behandlingsdød

FoU Robust Ørret, prosjekt nr. 13527

Bakgrunn for søknad: Ørret over 2-3 kg var svak, tålte dårlig håndtering.

Kartla avvikende hjerter på obdusert stamfisk og matfisk i en periode fra 2018-2023.

Uttak på 7 produksjoner av matfisk og 4 produksjoner av stamfisk:

Tall for alle lokaliteter og generasjoner: **15,2 %** av all obdusert fisk med avvikende hjertemorforlogi.

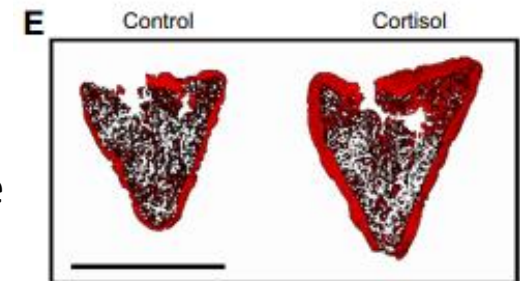
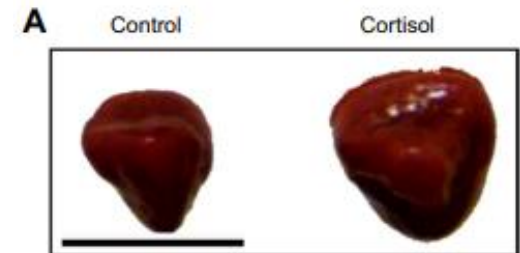
Kun Stamfisk: **24,1 %** av de obduserte individene hadde avvikende hjertemorforlogi.

Avvikene som vi fant:

- Runde, små hjerter
- Forstørret forkammer
- Tynnvegget ventrikkel

Våre vurderinger:

- Avvikende hjerte morfologi kan gi sirkulasjonsproblemer.
- Tydeligere jo eldre fisken blir.
- Deformitetene på hjerte gjør fisken mindre rustet til å tåle påkjenningene i produksjon som blant annet avlusing.



Mål og delmål

Målsetningen med prosjektet er å produsere robust regnbueørret ved å holde rogn og settefisk på lav temperatur for å øke fiskens hjertestyrke og dermed stresstoleranse.



Hjerte hos regnbueørret

Bilde - Masterstudent Mari Ausand Braaten

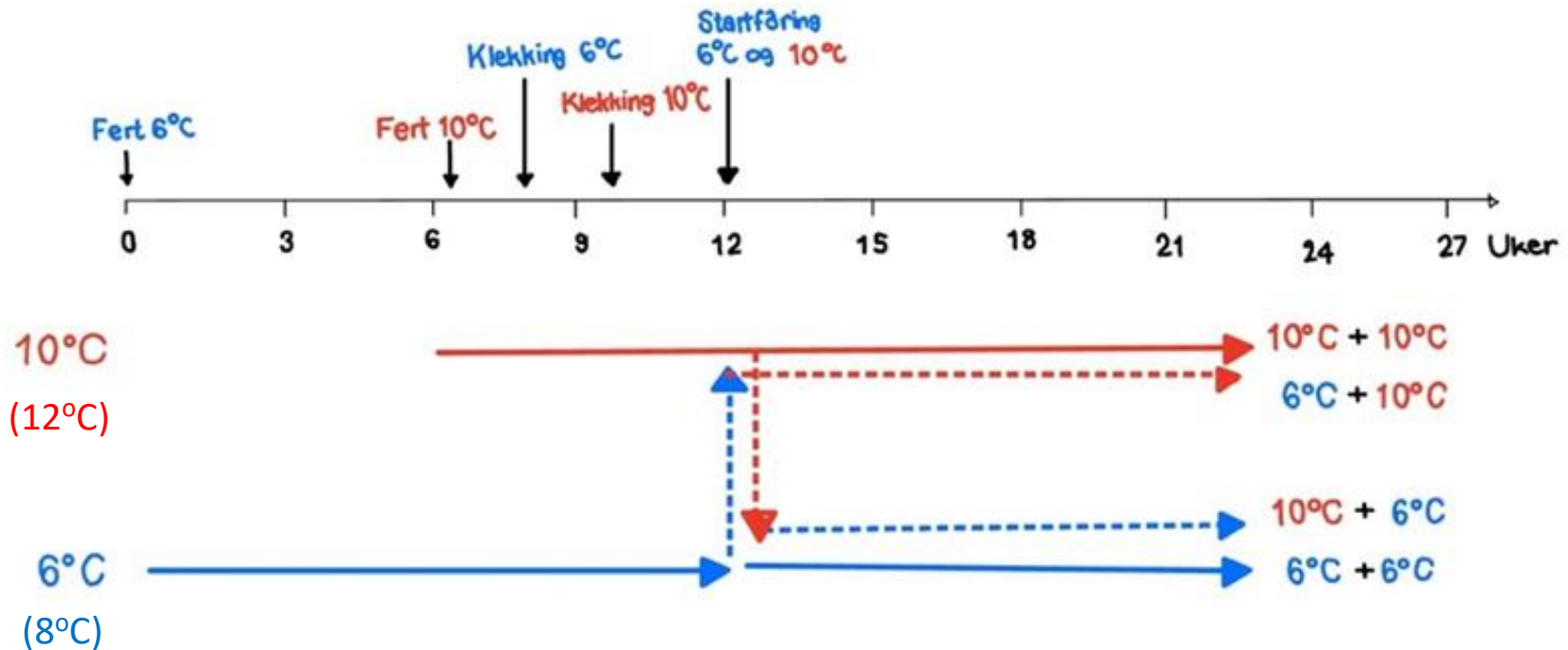
Delmål 1. Dokumentere gunstige effekter av lav rogn temperatur på dannelsen og utviklingen av hjertet ved å undersøke hjertefasong, hjertemuskel og genuttrykk av hjertemarkører.

Delmål 2. Studere innvirkning av lav temperatur i ferskvannsfasen på hjerte- & kroppsvekst og sammensetning av hjertemuskel i ferskvann og etter sjøutsetting.

Delmål 3. Undersøke innvirkning av genetisk bakgrunn og epigenetiske langtidseffekter av rogn temperatur på hjertevekst og styrke.

Forsøksdesign









Effekter av temperatur på hjerteutviklingen hos embryo og i settefiskfasen ble undersøkt ved morfometriske og molekylære analyser av hjertet hos fisk holdt under ulike temperaturregimer ved lav (6 eller 8°C) og høy temperatur (10 eller 12°C) fra befruktning til startfôring og videre til sjøutsetting og frem til slakt.



Figur 6. Forsøksdesignet med ulike kombinasjoner temperatur.

























Utsett i sjø H22G, V23G, H23G, V24G, H24G. Siste forsøksgrupper slaktet januar 2026

Tidslinje temperaturregime 6 og 10°C

	Settefisk				Sjø					
	1g	10g	100g	Stresstest	Sjø satt	700g	Døde etter avlusing	Levende etter avlusing		
Rø 6 - 6	01.07.2023	30.10.2023	16.05.2024	23.05.2024 101/ 0,159	24.05.2024 	05.08.2024 332/ 0,136 K 862/ 0,124	20.01.2025	10.02.25 2580/ 0,115	08.04.25.  K 3564/ 0,144	3190/ 0,130 Slakt: 3500g +
Rø 10 - 6	19.07.2023	30.10.2023	24.04.2024	07.05.2024 123/ 0,179	21.05.2024 	26.06.2024 460/ 0,116 K 903/ 0,119	Uke 43 2024	Uke 44 2024 1956/ 0,085	03.12.2024  K 3413/ 0,102	2236/ 0,125 Slakt: 3500g +
Rø 6 - 10	02.06.2023	10.08.2023	27.11.2023 117/ 0,14	14.12.2023 132/ 0,21	15.12.23 	22.04.2024 416/ 0,167	07.10.2024 K 3352/ 0,123	24/25.10.24 K 3797/ 0,130	29.10.2024  K 2884/ 0,150	2855/ 0,14 Slakt: 3500g +
Rø 10 - 10	21.06.2023	18.08.2023	01.12.2023 108/ 0,18	12.12.2023 127/ 0,20	15.12.23 	13.05.2024 489/ 0,167	08.10.2024 K 2707/ 0,133	24/25.10.24 K 3564/ 0,124	12.11.2024  K -	2863/ 0,130 Slakt: 3500g +

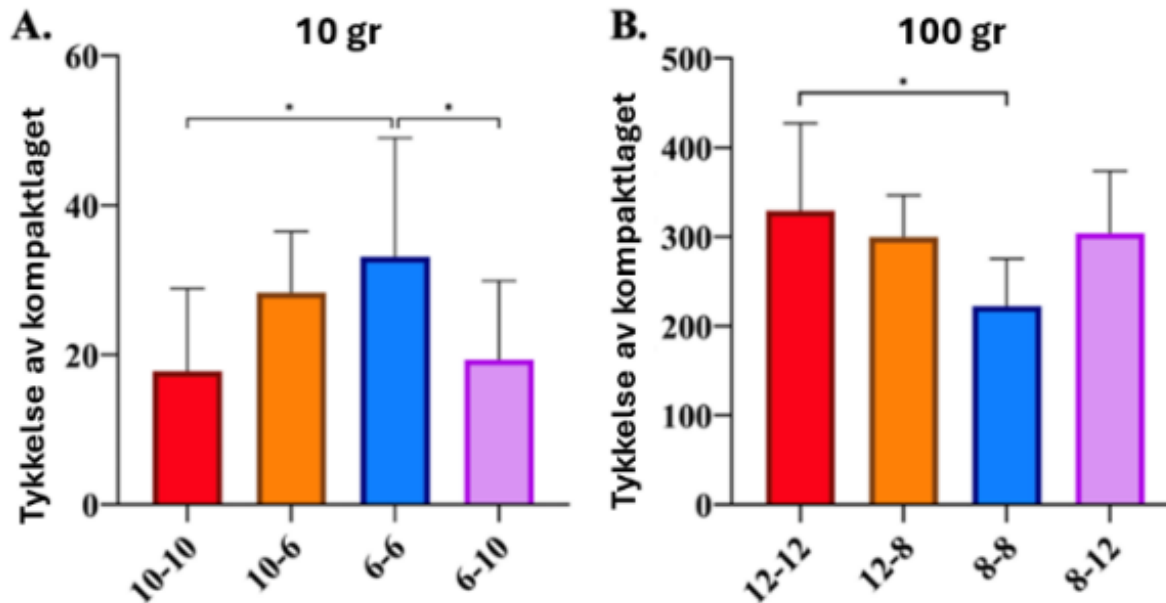
Figur. 7. Tidslinje for undersøkelsen av temperatureffekter på fisk holdt ved 6 og 10°C. Kroppsvekt og relativ hjertestørrelse (HSI) hos forsøksfisk er vist i rødt og hos kontrollfisk (K) i sort.

Tidslinje temperaturregime 8 og 12°C

Robust Ørret		Id. 13527								
Forsøksgruppe og merd		Sjø - lok. Oddane								
	Rø 8 - 8	100g	Sjø satt	700g	1800g	2500g	Døde etter avlusing	Levende etter avlusing	Slakt: 3500g +	
	M1	07.11.24 112/0,18	21.12.2024 	06.06.2025  753/ 0,131 K 882	17.10.2025 1743 K 1950	23.10.2025 2998 K 2818	30.10. 25 og...  Ingen døde K 3783/0,110	25.11.25  3988/ 0.117 K 3025/0,128	06.01.26  4540/ 0.126 K 4969/0,115	
	Rø 8 - 12	100g	Sjø satt	700g	1800g	2500g	Døde etter avlusing	Levende etter avlusing	Slakt: 3500g +	
	M14	20.08.24 124/0,16	28.09.2024 	03.01.2025  782/ 0,165 K 882	06.06.2025 1628 K 1608	17.07.2025 1518 K 2120	09.08.2025  #7 2512/ 0.172 #10 K 1928/0,216	02.09.2025  3315/0.134 K 3795/ 0,122	17.09.2025  3438/ 0,135 K 3326/0.140	
	Rø 12 - 8	100g	Sjø satt	700g	1800g	2500g	Døde etter avlusing	Levende etter avlusing	Slakt: 3500g +	
	M2	08.11.24 95/0,17	21.12.2024 	10.06.2025  788/ 0,115 K 888	01.09.2025 1980 K 2017	04.11.2025 3263 K 3057	30.10. 25 og...  2821/0.105 10.12.25 2220/0.103 K 3230/ 0,127	25.11.25  3659/0.111 K 3773/ 0,111	27.01.26  4512/ 0,119 K 4422/0.122	
	Rø 12 - 12	100 gr	Sjø satt	700g	1800g	2500g	Døde etter avlusing	Levende etter avlusing	Slakt: 3500g +	
	M13	04.09.24 102/0,16	27.09.2024 	29.01.2025  920/ 0,124 K 781	x ND ND	12.08.2025 3311 K 2627	26.08.2025  2941/ 0,109 K 2779/ 0,108	23.09.2025  3837/ 0,126 K 3829/ 0,116	08.10.2025  4322/ 0,123 K 3930/ 0,118	

Figur 8. Tidslinje for forsøket ved 8 og 12°C i 2024. Kroppsvekt og relativ hjertestørrelse (HSI) hos forsøksfisk og kontrollfisk (K) er angitt.

Temperatureffekt på tykkelse av kompaktlaget

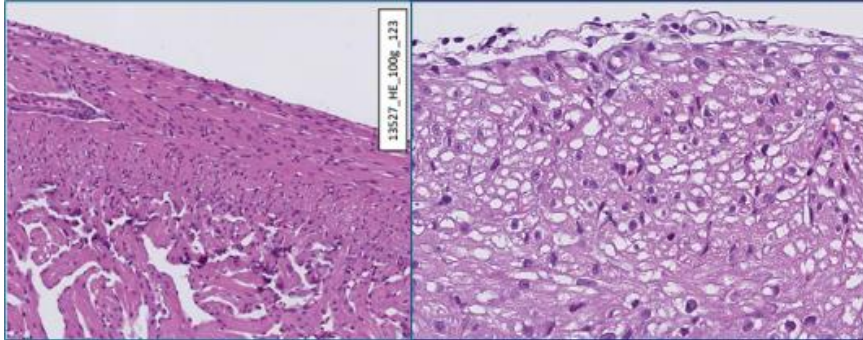


Figur 9. Tykkelsen av kompaktlaget målt histologisk hos (A) 10-gr fisk på 6 og 10 °C (n = 47) og (B) 100-gr fisk på 8 og 12 °C (n = 44). * p < 0.05.

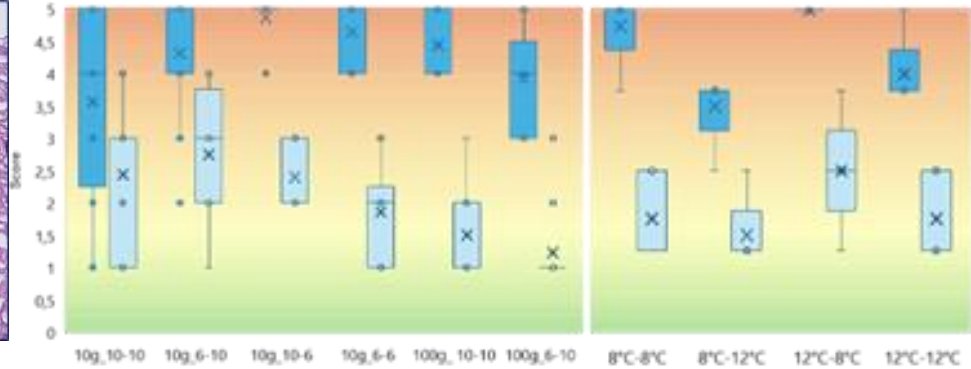
Histologiske undersøkelser av muskelveggen i ventrikkelen viste at fisken i kaldt vann (6-6°C) utviklet signifikant tykkere kompaktlag sammenlignet med de andre temperaturgruppene (Fig. 9A). Hjerteforandringene gav problemer med å sammenlikne tykkelsen på kompaktlaget hos 100-gr fisk holdt ved 6 og 10°C, men hos fisken i forsøket ved 8 og 12°C var kompaktlaget tynnest hos gruppen 8-8°C ved 100-gr størrelse (Fig. 9B).

Utposninger og vakuoler i kompaktlaget

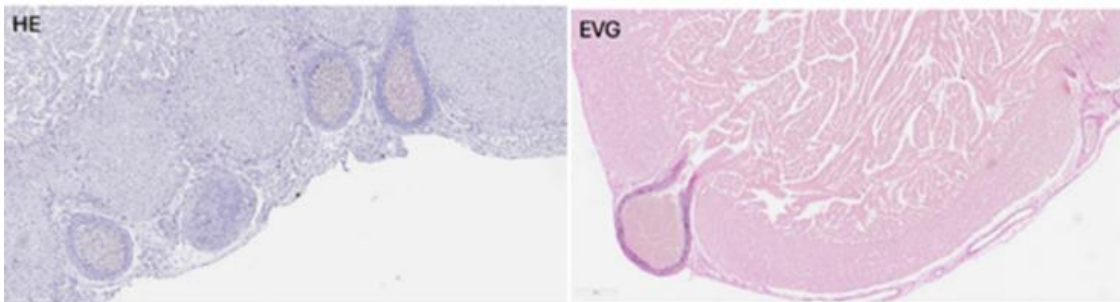
A.



B.



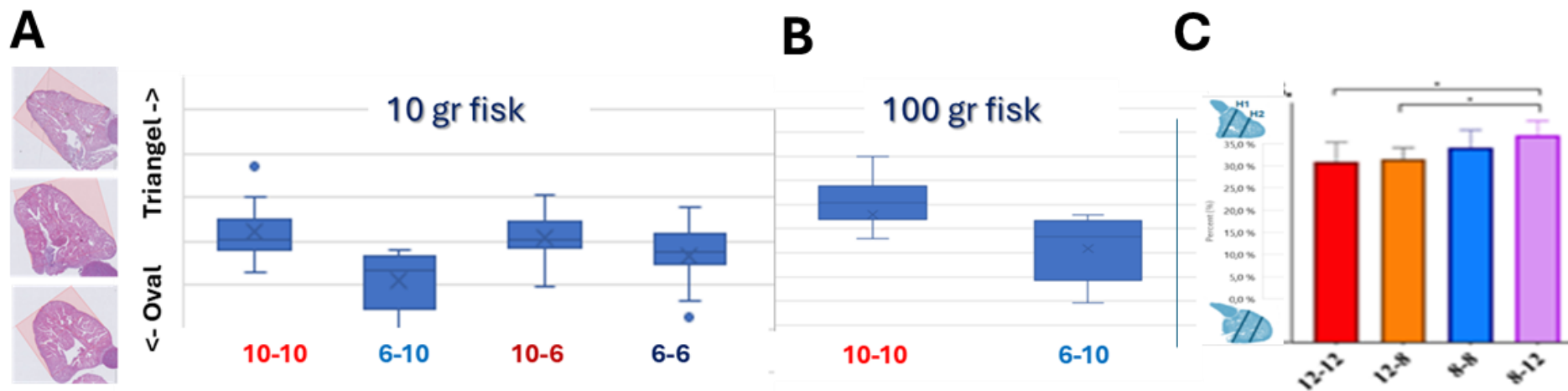
Figur 10. A. Normalt kompaktlag (venstre) med ansamlinger av vakuoler (høyre). B. Forekomst av vakuoler i kompaktlaget (mørk blå) og svamplaget (lys blå) hos de ulike temperaturgruppene ved 10gr og 100gr størrelse.



Figur 11. Utposninger i tynne deler av kompaktlaget påvist i settefiskfasen, spesielt hos fisk holdt ved 6°C.

Degenereringen av hjertemuskelen syntes å øke i omfang i sjøvannsfasen, som sannsynligvis medførte redusert hjertekapasitet og økt dødelighet ved avlusning.

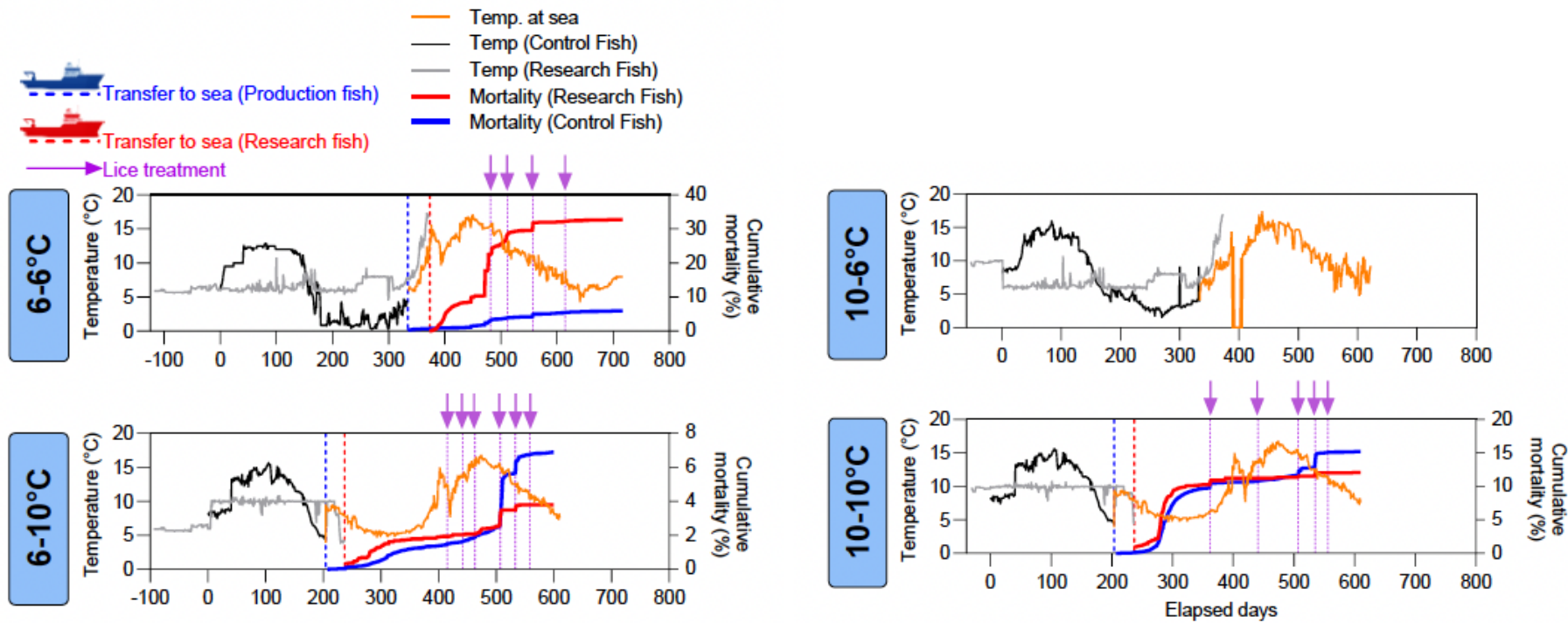
Effekt av temperatur på hjertefasong



Figur 12. Effekt av temperatur på hjerteformen hos regnbueørret på 6 og 10°C ved A) 10 gram, B) 100 gram, og C) 100-gr fisk holdt på 8 eller 12°C.

Fisken holdt på 6-10°C viste en rundere hjertefasong enn de andre temperaturgruppene ved både 10 og 100 gr størrelse (Fig. 12A,B). Derimot viste forsøket ved 8 og 12°C at lav rogn temperatur resulterte i et mer trekantformet hjertet ved 100-gr størrelse (Fig. 12C).

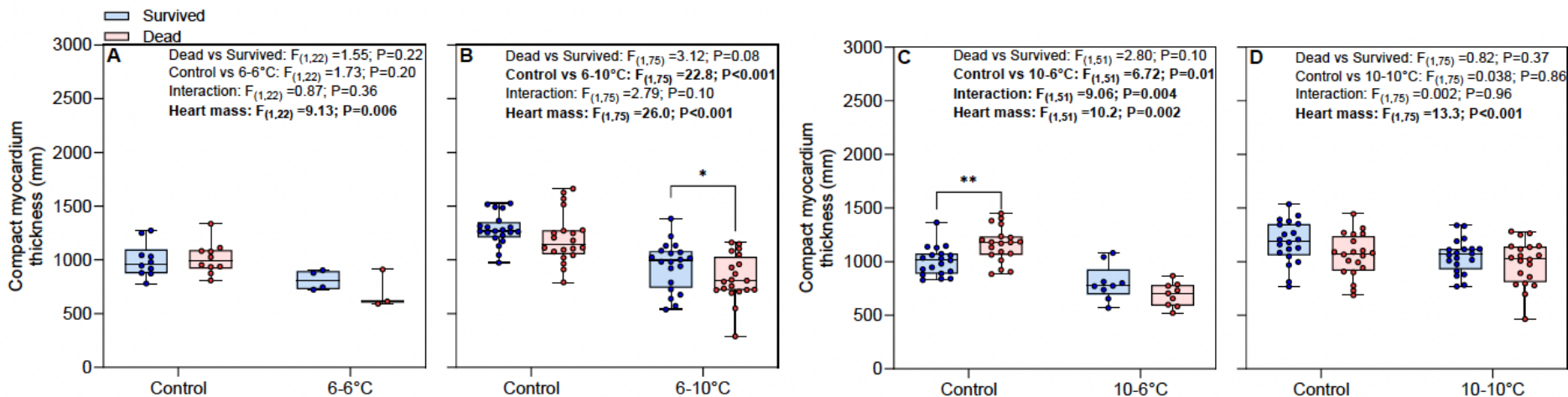
Dødelighet etter sjøutsetting



Figur 13. Vanntemperatur og kumulativ dødelighet i sjø hos forsøksfisk holdt ved 6 og 10°C og tilsvarende kontrollfisk.

Fisken holdt på 6°C og 10°C viste store forskjeller i dødelighet etter sjøutsetting. Den kumulative dødeligheten var over 30% hos fisken på 6-6°C sammenliknet med kun ca 5% hos kontrollfisken i samme merd.

Hjertemisdannelser hos døde og overlevende etter avlusing

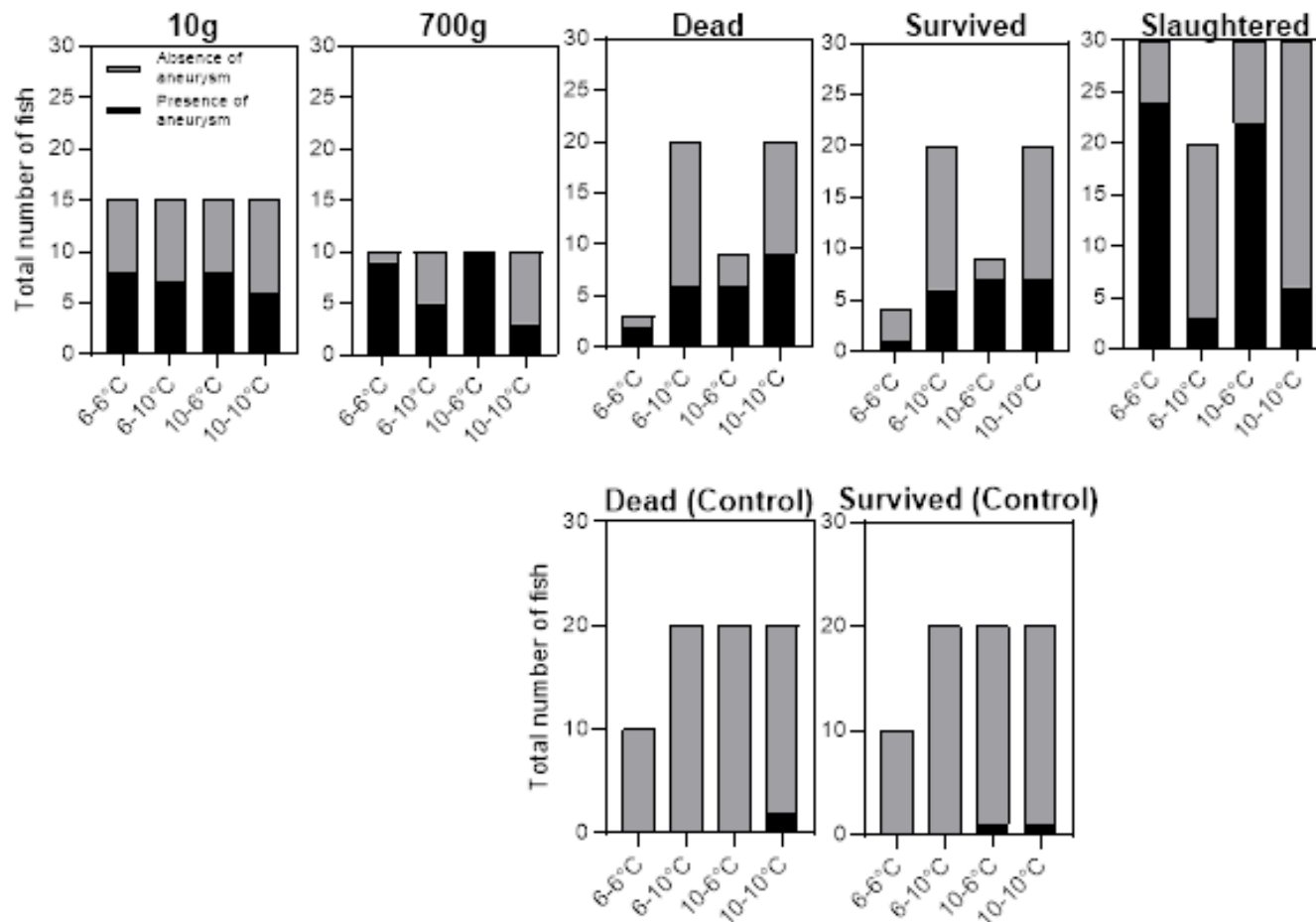


Figur 14. Sammenlikning av kompaktlagets tykkelse hos kontrollfisk og forsøksfisk, og overlevelse etter termisk avlusing.

Etter avlusing av fisken høsten 2024 (6 og 10°C) og 2025 (8 og 12°C) ble døde og overlevende forsøksfisk og kontrollfisk undersøkt for muskeltykkelse og forandringer i hjertets kompaktlag. Gruppene 6-6°C, 6-10°C og 10-6°C viste en tendens til tynnere kompaktlag enn de tilhørende kontrollgruppene, spesielt døde fisk fra 6-6°C og 6-10°C.

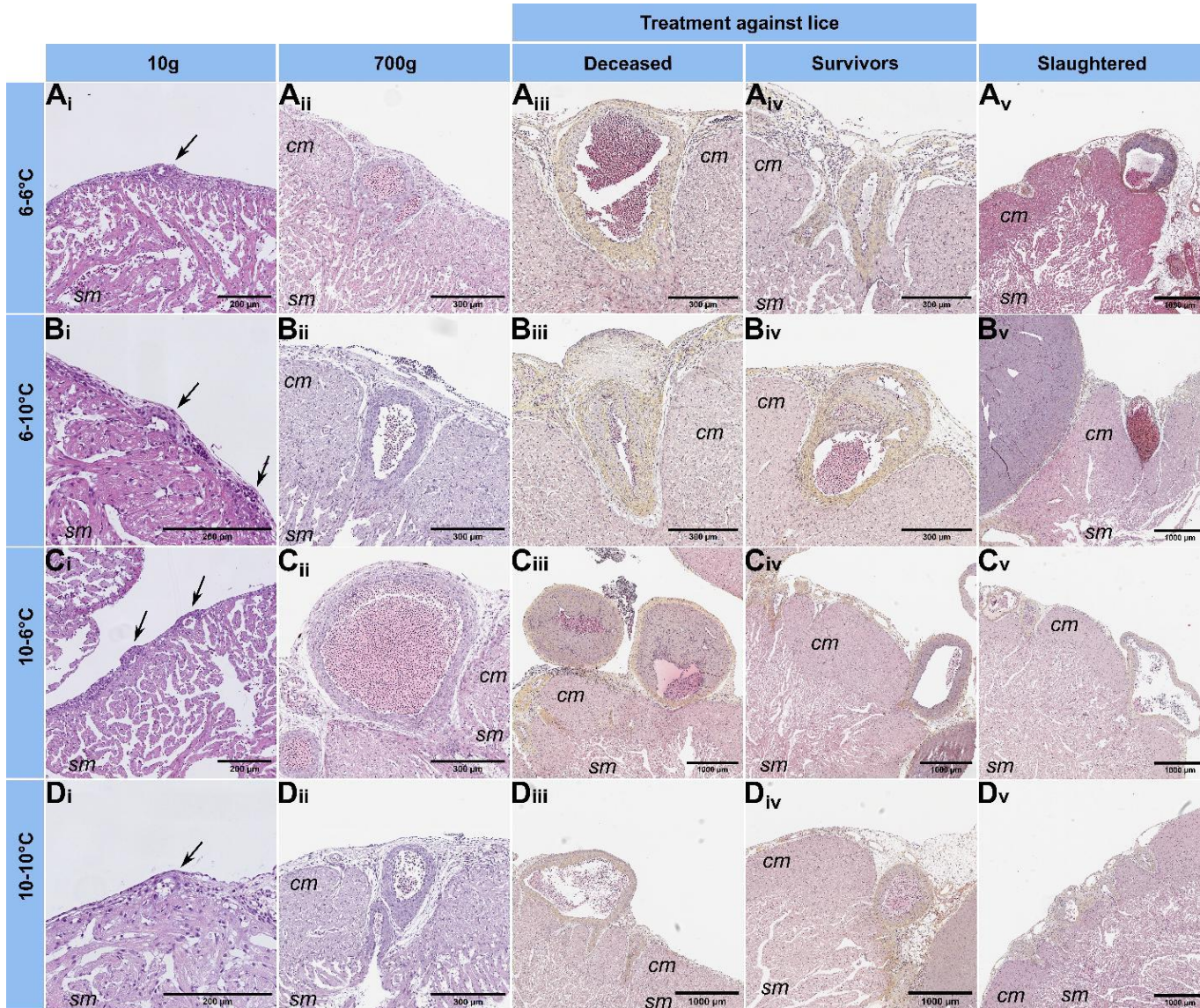
Hjertene er ikke ferdig analysert for gruppene 8 og 12°C. Det har vært vesentlig lavere dødelighet ved avlusing for gruppene som har gått på 8 enn 12°C

Utposninger og vakuoler i kompaktlaget fra yngel til slaktestørrelse



Figur 15. Forekomst av utposninger (aneurismer) i kompaktlaget av hjertet ved overlevende og døde etter termisk avlusing hos kontrollfisk og forsøksfisk, samt ved ulike str. for forsøksfisk.

Utposninger og vakuoler i kompaktlaget fra yngel til slaktestørrelse



Figur 16. Unormal utvikling av det kompakte myokardiet hos forsøksfisk av alle temperaturgrupper (6 og 10°C)

Skjelettmisdannelser



Figur 17. Innvirkning av tidlige temperaturforhold på skjelettutviklingen. Røntgenanalysene er gjort på 15-gr fisk (6-10°C), 20-gr fisk (10-10°C) og 700-gr fisk fra 12-8°C og 8-8°C. Foto fisk på 6-10°C. (røntgenbilder. Masterstudent Synne Amundsen Kristoffersen, foto. Monica Kalberg)

Røntgenundersøker av hel fisk avdekket store feil i skjelettet hos fisk fra forsøket ved 6 og 10°C, spesielt hos fisken på kaldt vann. Derimot viste fisken holdt ved 8 eller 12°C få skjelettmisdannelser.

Oppsummering prosjekt Robust Ørret

Temperaturer i vinduet 8-10°C i rogn- og settefiskfasen, gir bedre balanse mellom vekst, hjertekapasitet og overlevelse enn både ren høy og ren lav temperatur.



- Lave temperaturer – spesielt 6 °C – er uegnet for hjerteutvikling.
- Antall avvik i de histologiske vurderingene var relativt høyt i gruppen som ble holdt konstant på 6 °C, samt i gruppene der 6 °C ble brukt enten ved starten eller ved slutten av vekstperioden i forsøket.
- Temperatur på 8 og 10°C gav mer normal pyramide-formet hjertefasong.
- Det kan se ut som lave temperaturer øker viskositeten av blodet som gir ekstra påvirkning på myocardium.
- Avvikene følger fisken gjennom hele livsløpet og har sammenheng med risiko for høy dødelighet etter avlusing / handtering.
- Aneurismer funnet i forsøket (fig. 16) er ikke registrert tidligere på regnbueørret, og en er ikke sikker på hvordan dette påvirker fisken.
- Lav rogn-temperatur er også forbundet med økt forekomst av skjelettfeil og høyere kortisolrespons.

Oppsummering fra merdkanten

- Vi finner mindre deformiteter hos regnbueørret, spesielt mht skjelett deformiteter, etter vi har endret temperaturprotokoller i tidlig fase.
 - Likevel fortsatt funn av avvikende hjerter hos fisk som blir obdusert
 - Når ørret dør ved handtering er det fortsatt i hovedsak med bakgrunn i sirkulasjonssvikt.
 - Endel av funnene i robust ørret har gitt mer spørsmål enn svar, feks pseudoaneurismer i hjerte.
 - For tidlig å svare på om vi har fått en mer robust ørret
-
- Vi jobber 24/7 for å unngå handtering av ørreten
 - Utfordrende at regnbueørret ikke tåler det samme som laks mht feks termisk avlusing og ferskvann.
 - Fortsatt kunnskap som mangler for produksjon av robust regnbueørret.





med  *for auren*

Takk for oppmerksomheten!

Kontakt:

willis@svanoyhavbruk.no