



Laksesystemer

Lys i smoltproduksjon - kan vi lære noe av andre matproduserende næringer?

11.11.2024



LAKSESYSYSTEMER
Oppdretternes førstevalg

Overføring av kunnskap fra agri- til akvakultur

- Samarbeid med verdens fremste miljø innen lys til matproduksjon med egen fabrikk for spesialproduksjon av lys i Nederland

AGRILIGHT®



BETTER LIGHT, BETTER LIFE

LAKSESYSTEMER
Oppdretternes førstevalg



HORTILUX
SCHRÉDER

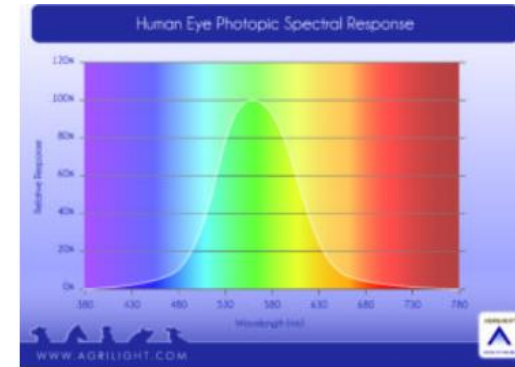
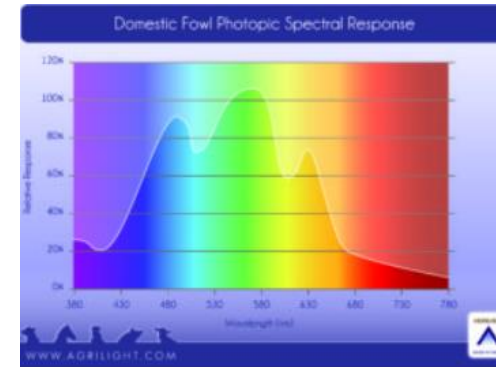


SMART
FÖRING
LAKSESYSTEMER

LAKSESYSTEMER
Oppdretternes førstevalg

Erfaringer fra agrikultur

- Ulike dyr og planter behøver ulike bølgelengder, lysprogram og dimmeteknologi skreddersydd til deres biologiske behov
- Uniform spredning av lys viktig for all matproduksjon
 - Unngå skygger som tiltrekker seg dyr som ønsker å skjule seg
 - Unngå for sterkt lys



Kylling

- Typisk 8 timer lys / 4 timer mørke *2 (2 «døgn» på et døgn)
- Ukesvis tilpassing av lysprogram, lysstyrke, tilhørende utføringstidspunkt og temperatur
 - Aktiv bruk av hviletid for å unngå for hurtig vekst og for å redusere dødelighet og fysiske skader
 - Første uke etter innsett varmt lys (lav K) som styrer døgnrytme og hvitt aktivitetslys for å styre føring og veksthastighet
 - Lysfarge brukes aktivt for å styre aktivitetsnivå og for å redusere uønsket aktivitet som aggressivitet og fjærnapping
 - Har behov for flimmerfri dimmeteknologi

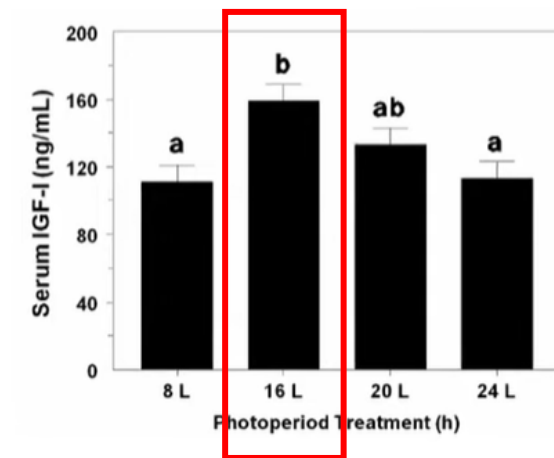
Kroppsvekt		Før dyr / dag	Vann dyr / dag	Lys program		Lys styrke	Utføringstidspunkt	Ron temp
Gj.snitt	Tilvekst	Norm	Norm	Timer	Tid			
1084	61	67	67	9	08.00 - 17.00	3	10 - 12 - 15	20°
1143	59	70	70	9	Se nedenfor		"	
1200	57	73	73	9	om nattlys i starten	4	"	
1255	55	76	83	9			"	
1306	51	79	107	9	08.00 - 17.00		"	
1356	50	84	134	10	08.00 - 18.00		8.10 - 12 - 14 - 16	
1405	49	88	158	11	07.00 - 18.00	4	7.10 - 11 - 14 - 16	
1429	24	89	174	13	05.00 - 18.00		5.10 - 9 - 13 - 16	
1475	46	95	184	13,5	04.30 - 18.00		4.40 - 9 - 13 - 16	
1497	22	101	186	14	04.00 - 18.00		4.10 - 8 - 11 - 14 - 16	
1575	78	108	188		ut innsett			
1608	33	109	188					
1628	20	110	188					
1639	11	110	188					
1645	6	110	188		(skumring kommer i tillegg)			20°
1649	4	110	188					21°
1651	2	110	188					21°
1653	2	110	188					21°
1655	2	111	190				4.10-8-11-13-15-17	22°



Storfe

- 16 timer lys og 8 timer rødt lys
- 24 timer lys er forsøkt, men gir for mange negative effekter
 - For lang dag gir reduksjon i IGF-1 som spiller en viktig rolle i cellevekst og proliferering, adaptasjon og immunfunksjon
- Rødt lys med lav intensitet inhiberer ikke melatonin og gir kua hvile mens den og bonden fortsatt kan se

Long Days Increase IGF-I in Heifers





*Storfe hvitt
lys 4000 K*



*Storfe rødt lys for
hvile – inhiberer ikke
melatonin*



Spiselys / aktivetelys
4000 K



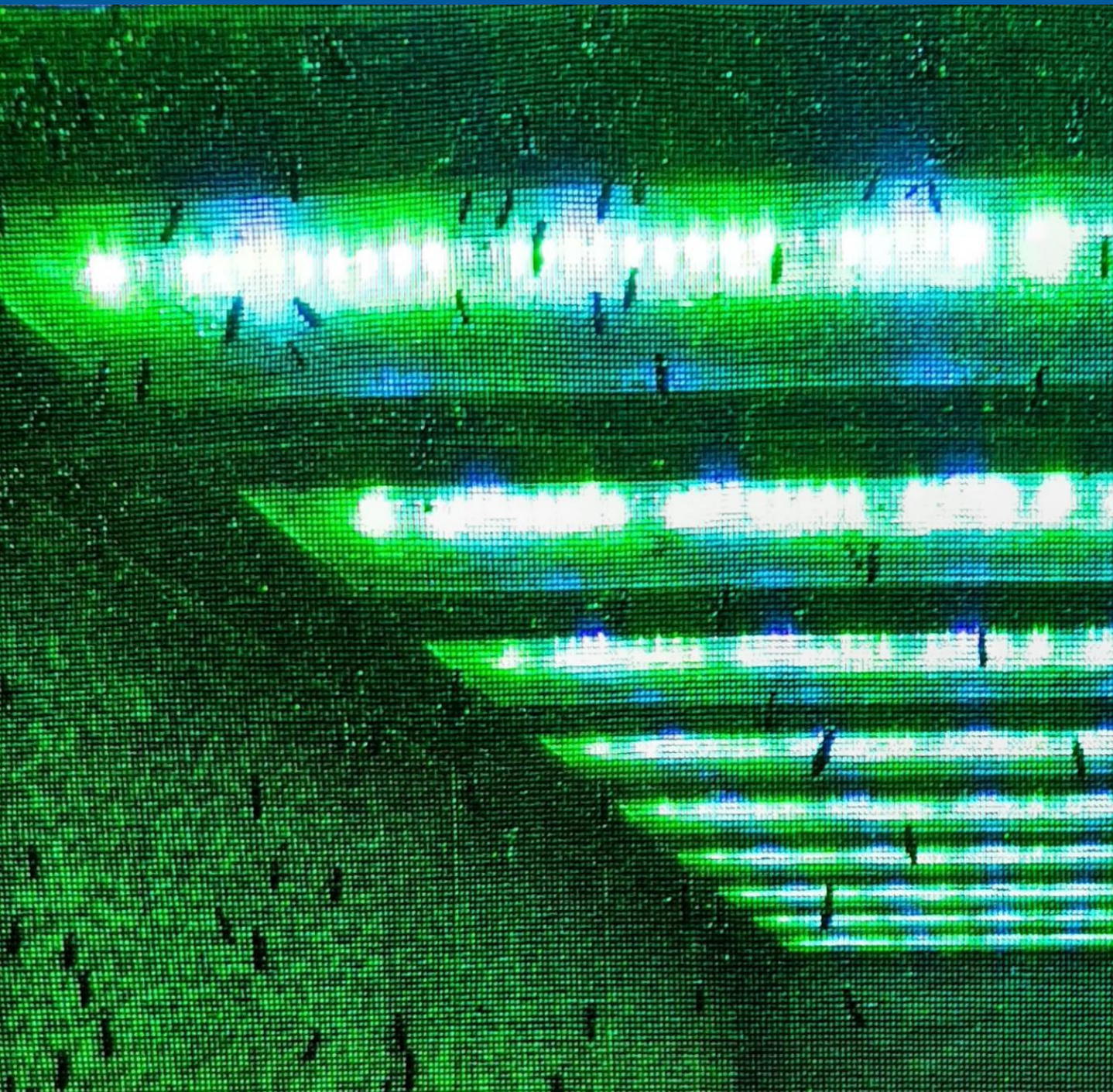
Hvilelys 2700 K



*Blått lys beroligende
før flytting eller slakt*



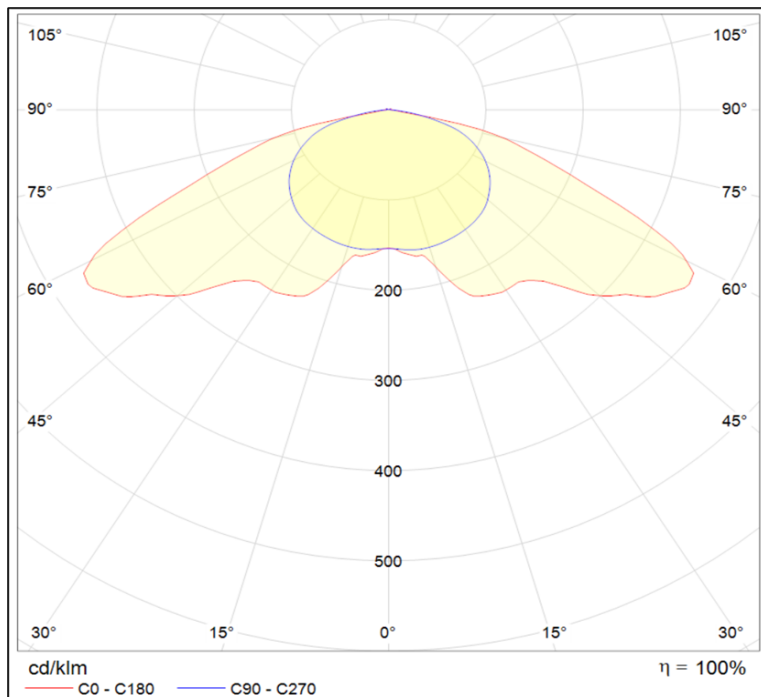
*Geit – hvitt lys 4000 K,
men høyere intensitet
enn stor- og fjørfe*



*Insekter – mye grønt,
litt blått og noe UVA*

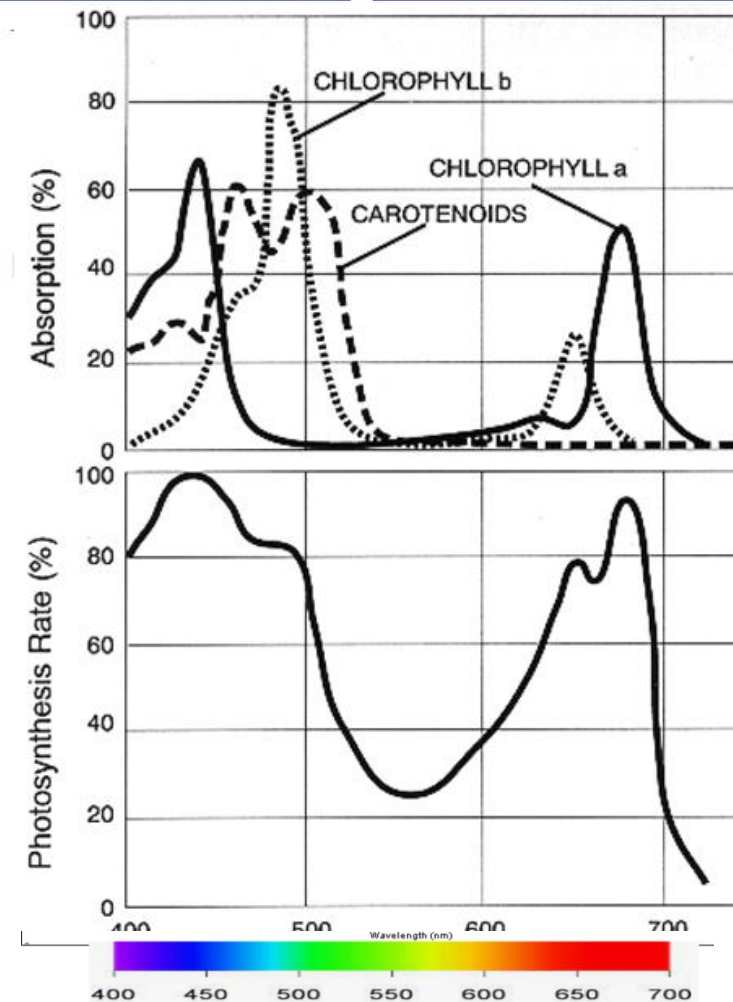
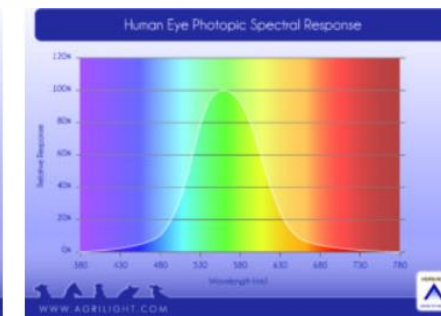
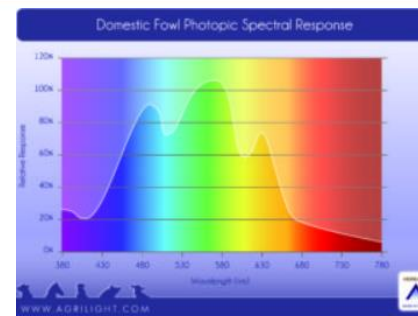
Spredning av lys

- Tilpassing av selve armaturen for å sende mer lys ut i kantene for at man skal få et jevnt teppe av lys der dyrene er



Lysfysikk: lumen is for human

- Lumen eller Lux er målemetoder laget for mennesker. Begrepet er ikke egnet for å gjøre valg av lys til produksjon av planter eller dyr
- Drivhusbransjen kvantifiserer lys i PAR (Photosynthetic Active Radiation)
- Mye energi i korte bølgelengder (blå) vil gi dårligere resultat målt i Lumen eller Lux fordi beregningen er basert på bølgelengden (man ganger med et lavere tall) men bedre produksjonsresultat





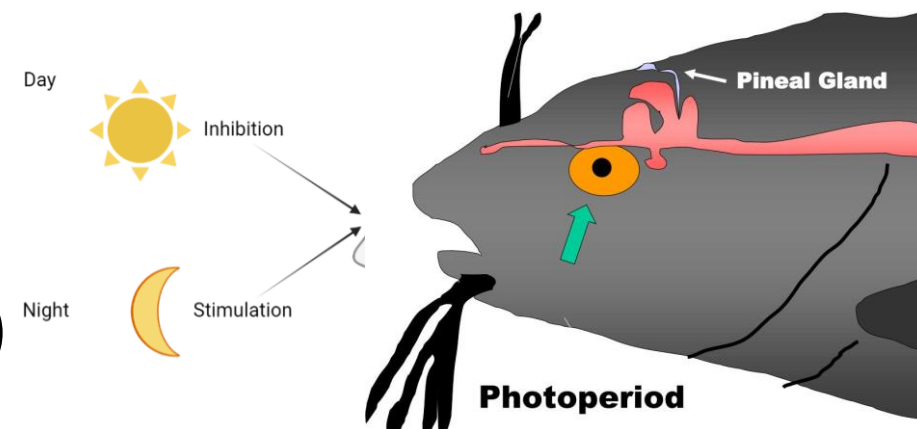
*Grønne planter rødt
og blått lys = rosa*



*Tomat venstre
Salat høyre*

Hvordan fisk oppdager lys

- To typer fotoreseptorer i øyne: staver (fargesyn) og tapper (nattsyn / kontrast)
- Mennesket har tre typer tapper (trichromati), fisken har fire (tetrachromati) og har bredere spektral oppfatting = Lumen og LUX er ubrukelige måleenheter for fisk
- Type og sammensetting av staver og tapper avhenger av art og økologisk nisje (hvor dypt lever fisken for eksempel)



Dermal fotoresepsjon

- Fiskens hud oppfatter lys gjennom chromatoforer (samlebetegnelse for ulike pigmentceller i huden)
 - **Melanoforer:** Inneholder melanin som er viktig for å absorbere lys og beskytte mot UV-stråling. Laks kan regulere distribusjonen av melanin i melanoforer for kamuflasje.
 - **Xantoforer:** Inneholder gule pigmenter, vanligvis karotenoider. Disse pigmentene reflekterer gult / oransje og bidrar til fargene hos laks i yngel / parrstadiet og hos kjønnsmoden fisk.
 - **Erytroforer:** Inneholder røde pigmenter, også vanligvis karotenoider, og er ansvarlige for røde nyanser i fiskens hud. Erytroforer fungerer på samme måte som xantoforer ved å reflektere lys i bestemte bølgelengder.
 - **Iridoforer:** Inneholder puriner - krystallinske guaninkomplekser som reflekterer lys og gir laksen den blanke overflaten.

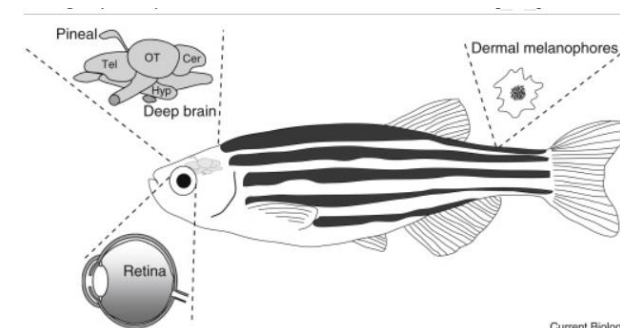
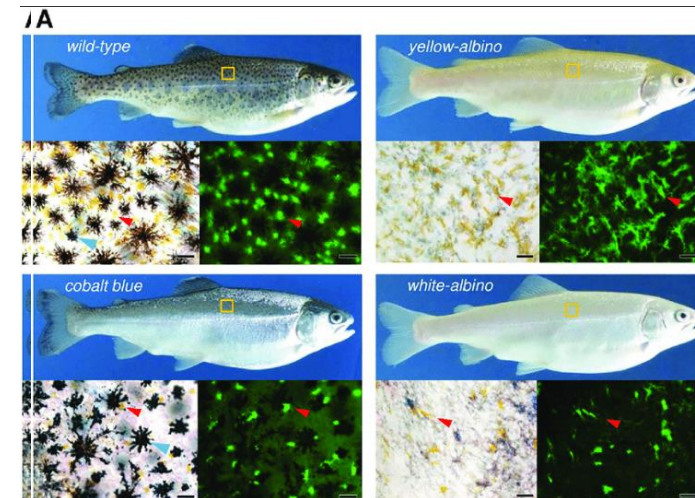


Figure 1 Photosensitive structures in nonmammalian vertebrates.

Dermal fotoresepsjon

- Chromatoforer brukes for å adaptere fiskens morfologi
 - Kamouflasje
 - Sesongbaserte endringer (kjønnsmodning / smoltifisering)
 - Stressignal



Fargespektrum til fisk

Grønt lys:

- ✓ Redusert cortisol (Choi et al. 2012) stress hormon
- ✓ Redusert Norepinephrine (Choi et al. 2021)

= Fisk håndterer stress bedre

- ✓ Økt Melanine concentrating hormone (MCH1)
- ✓ Økt Neuropeptide Y (NPY)
- ✓ Økt Insuline-like growth factor 1 (IGF-1)

Hormoner kjent for å være orexogene (appetittstimulerende)

= Fisk med bedre immunitet, bedre vekst og bedre fôrutnyttelse



Aquaculture Reports

Volume 19, March 2021, 100605

Effect of green wavelength light on stress and appetite responses of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) following feed deprivation and re-feeding

[Cheol Young Choi](#)^a, [Jin Ah Song](#)^a, [Tae Ho Lee](#)^a, [Young-Su Park](#)^b



Aquaculture Reports

Volume 19, March 2021, 100605

Effect of green wavelength light on stress and appetite responses of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) following feed deprivation and re-feeding

[Cheol Young Choi](#)^a, [Jin Ah Song](#)^a, [Tae Ho Lee](#)^a, [Young-Su Park](#)^b



General and Comparative Endocrinology

Volume 271, 15 January 2019, Pages 82-90

Effects of green light on the growth of spotted halibut, *Verasper variegatus*, and Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, and on the endocrine system of spotted halibut at different water temperatures

[Daisuke Shimizu](#)^a, [Satoshi Kasagi](#)^b, [Ryota Takeuchi](#)^b, [Tomoki Maeda](#)^a, [Sumihisa Furufuji](#)^c, [Kanta Mizusawa](#)^a, [Tadashi Andoh](#)^d, [Akiyoshi Takahashi](#)^b



Aquaculture

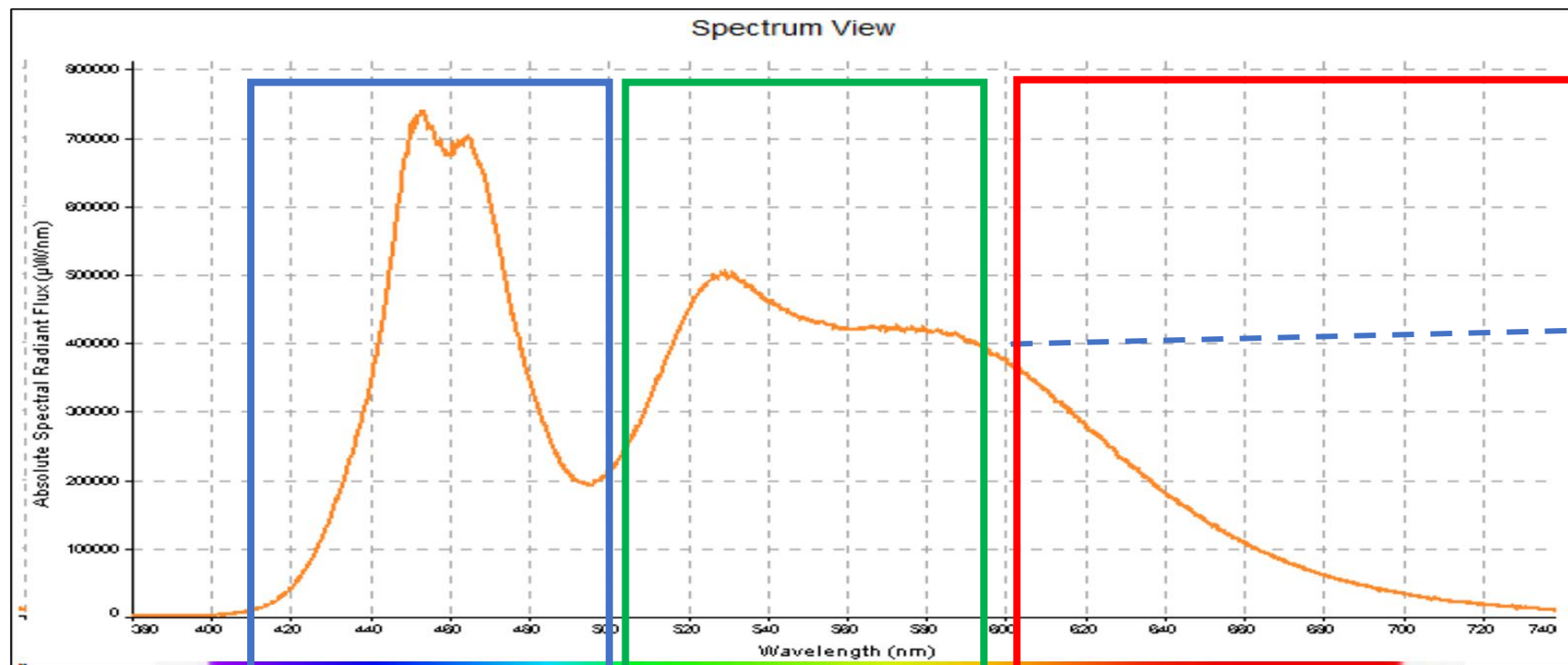
Volume 546, 15 January 2022, 737275

The stimulation effects of green light on the growth, testicular development and stress of olive flounder *Paralichthys olivaceus*

[Yuxia Zou](#)^{a,b}, [Zhuangzhuang Peng](#)^{a,b}, [Wenxiang Wang](#)^{a,b,c}, [Shaoshuai Liang](#)^{a,b}, [Changbin Song](#)^d, [Lijuan Wang](#)^{a,b}, [Zhihao Wu](#)^{a,b}, [Qiaowan Wu](#)^{a,b,c}, [Xungang Tan](#)^a, [Feng You](#)^{a,b}



Fargespektrum lys til fisk



Epifyse:
døgnrytme ->
smoltifisering og
kjønnsmodning

Chromatoforer:
stressreduksjon og
appetittøkning

Energibesparelse

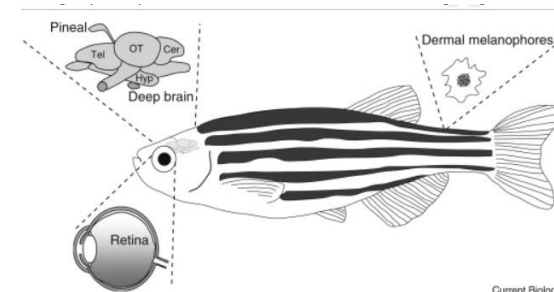
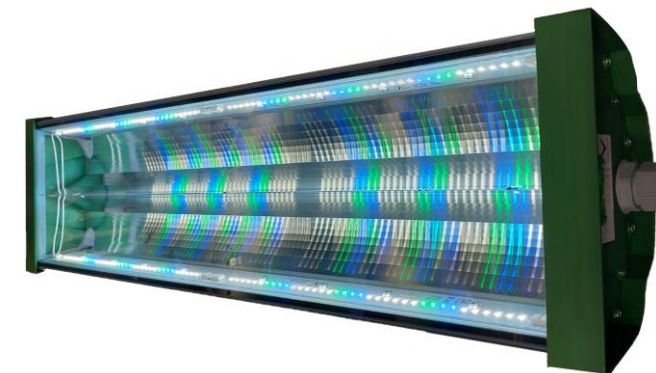


Figure 1 Photosensitive structures in nonmammalian vertebrates.



SMART
FØRING

LAKSESYSTEMER

LAKSESYSTEMER

Oppdretternes førstevalg

Lys eller smoltfôr?

- Lys gir preadaptasjon
- Smoltfôr gir adaptasjon

«The best performance was seen in the fish that had received a combination of dietary and photoperiod treatment», Striberny et al. 2021»

«...mens gruppene hvor lys- og saltbehandling ble kombinert kom best ut, særlig hos stor fisk, Lauritzen 2020»



Contents lists available at ScienceDirect

Aquaculture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/aquaculture

More than one way to smoltify a salmon? Effects of dietary and light treatment on smolt development and seawater growth performance in Atlantic salmon



Anja Striberny^a, Daniel E. Lauritzen^a, Juan Fuentes^b, Marco A. Campinho^b, Pasqualina Gaetano^b, Vilma Duarte^b, David G. Hazlerigg^a, Even H. Jørgensen^{a,*}

^a Department of Arctic and Marine Biology UIT, The Arctic University of Norway, 9037 Tromsø, Norway

^b Centro de Ciências do Mar (CCMar), CIMAR Laboratório Associado, University of Algarve, 8005-139 Faro, Portugal

24 timer lys for post smolt?



Atlantic salmon male post-smolt maturation can be reduced by using a 3-hour scotophase when inducing smoltification

Thomas W.K. Fraser^{a,*}, Tom J. Hansen^a, Birgitta Norberg^b, Tom Ole Nilsen^{c,d}, Rüdiger W. Schulz^{e,f}, Per Gunnar Fjelldal^a

^a Reproduction and Developmental Biology, Institute of Marine Research (IMR), Matre Aquaculture Research Station, 5984 Matredal, Norway

^b Reproduction and Developmental Biology Group, Institute of Marine research (IMR), Lystevoll Research Station, 5392 Storebø, Norway

^c Department of Biological Sciences, University of Bergen, 5007 Bergen, Norway

^d Norwegian Research Center, NORCE Environment, 5838 Bergen, Norway

^e Reproductive Biology Group, Division Developmental Biology, Institute of Biodynamics and Biocomplexity, Department of Biology, Faculty of Science, University of Utrecht, 3584, CH, Utrecht, Netherlands

^f Reproduction and Developmental Biology, Institute of Marine Research (IMR), Nordnes 5817, Bergen, Norway

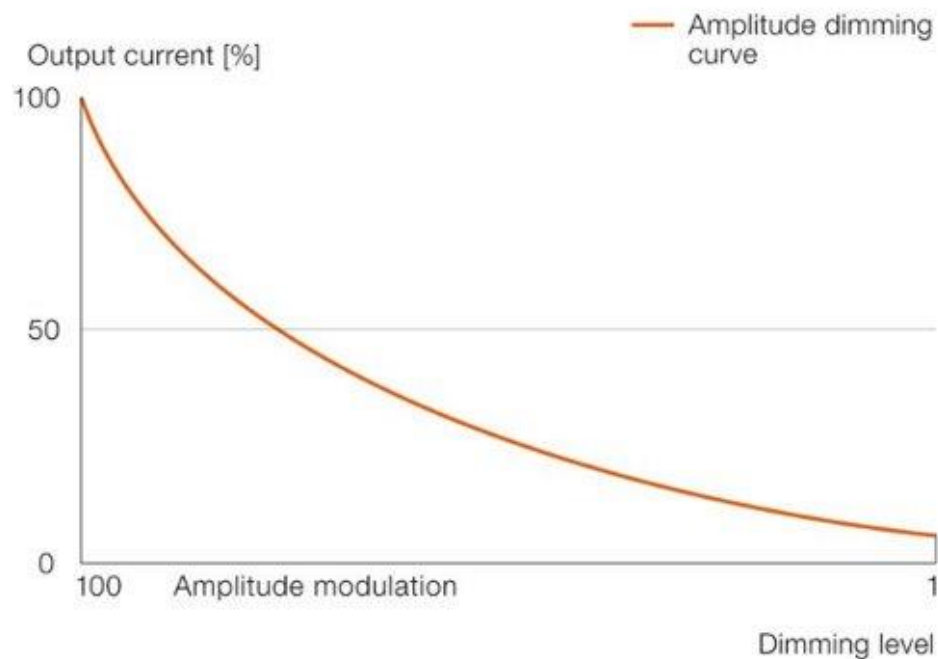
“The total incidence of puberty was significantly higher among males on continuous light (33 %) compared to 10 % and 12 % in 21:3 and 18:6, respectively” (Fraser et al., 2022)

Flimmerfri versus PWM dimming

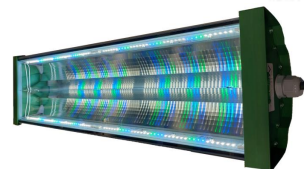
Sømløs dimming = flimmerfri fra 100% - 1%

PWM dimming (pulse width modulation) = lys av/på med frekvens ca 500Hz under 30% lysnivå

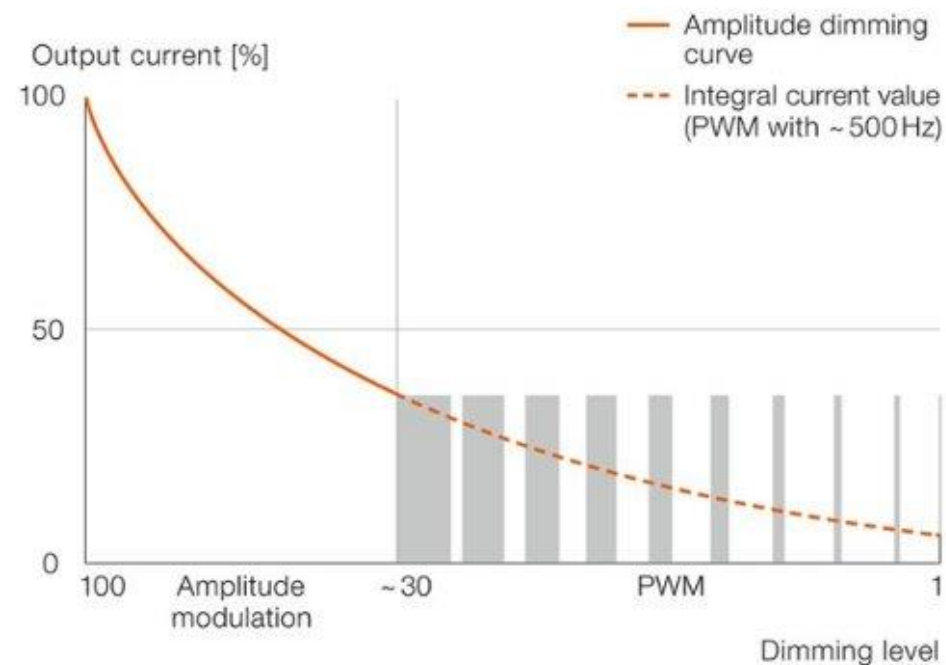
Amplitude dimming



Amplitude dimming

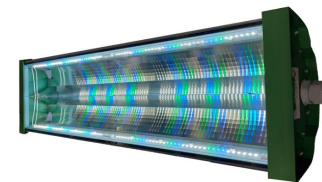


Hybrid dimming



Pulse Width Modulation

Proof of concept (2022)

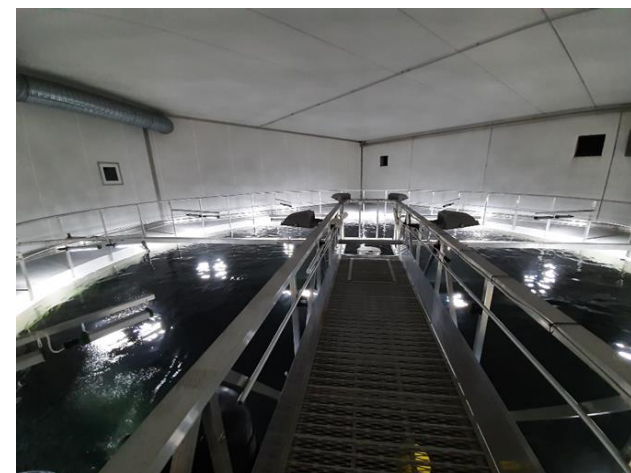


- Sammenlignet med konkurrenter:
- Tank 1: + 5 % vekst
- Tank 2: + 10 % vekst



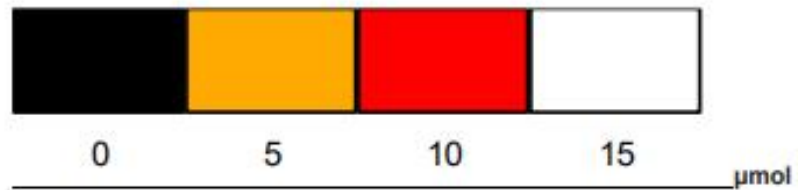
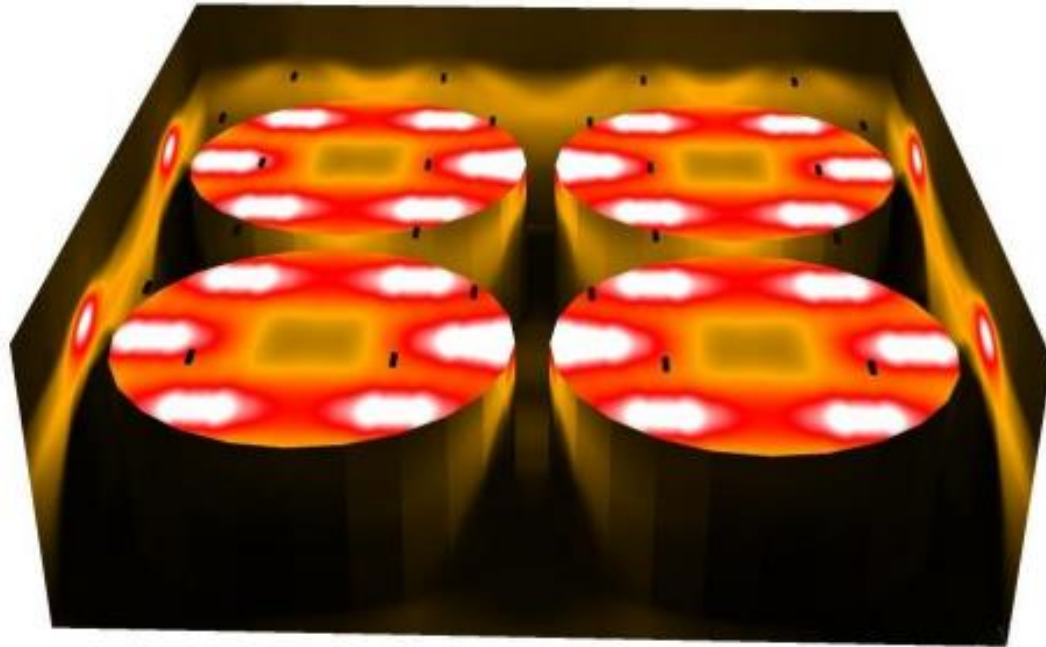
Observasjoner:

- Færre refleksjoner og jevnere belysning
- Mindre stresset fisk – reagerer mindre på røkterens tilstedeværelse
- Utnytter tankvolumet bedre
- Bedre fôrfaktor og lavere energiforbruk



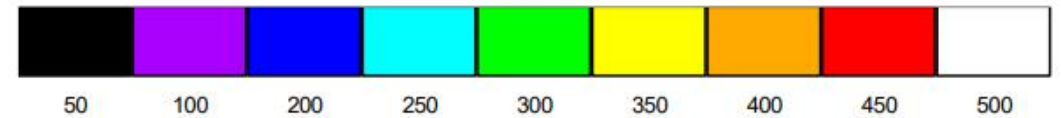
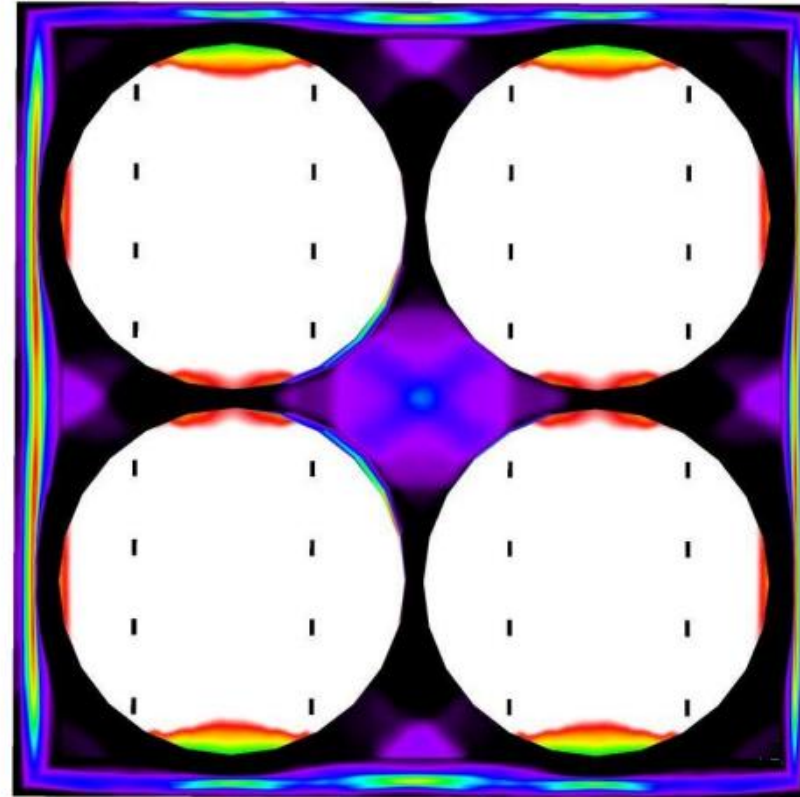
Lysplan

Ø15,0m: AGRILED® 3 aqua at 2,0 meter above the water surface

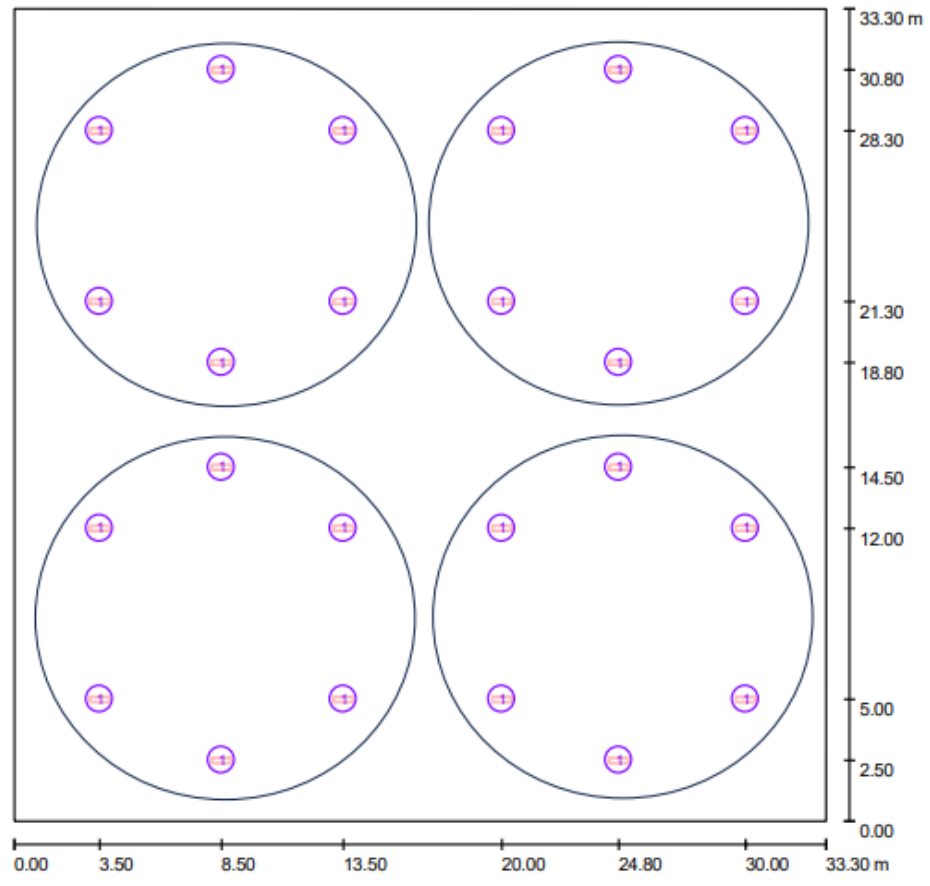


3D-drawing

(Post)-Smolt Øx,xm: AGRILED® 3 aqua at 2,5 meter above the water surface



Lysplan – fokus på uniformitet



Light level:

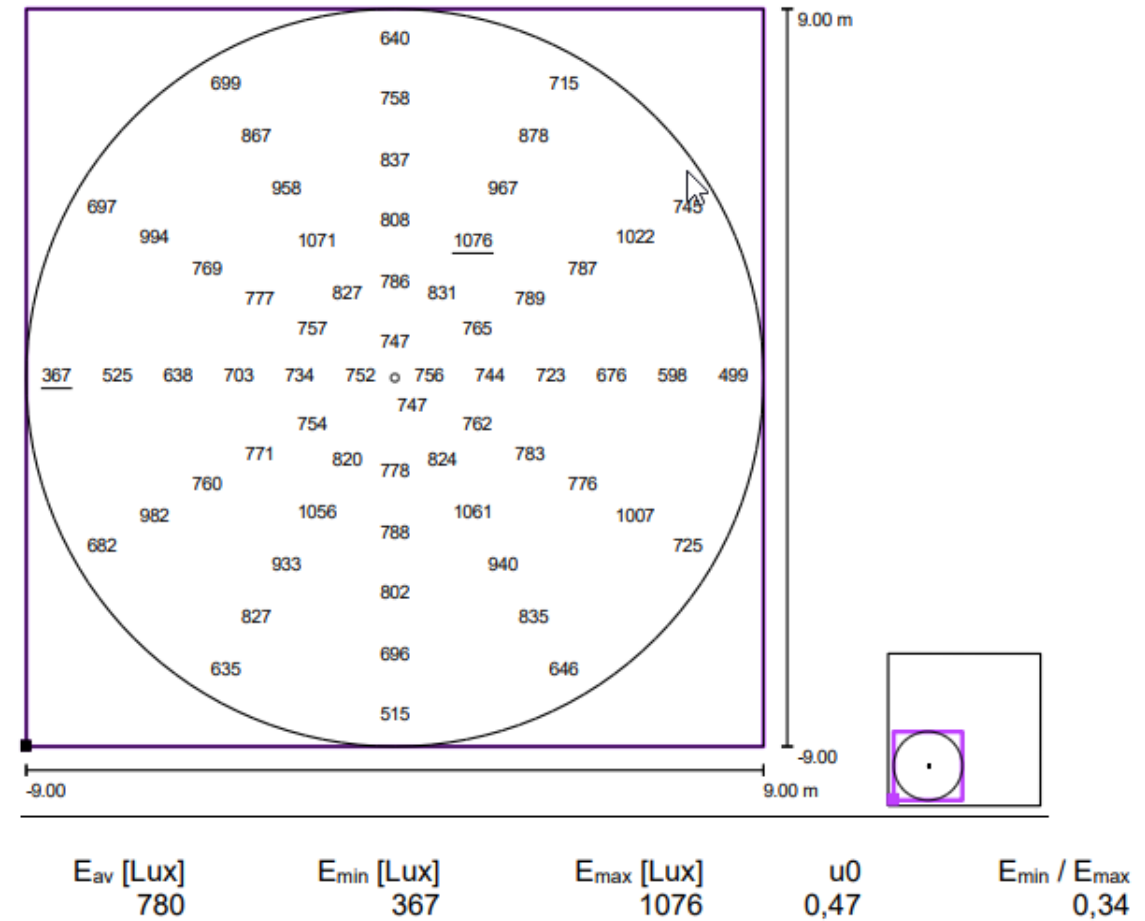
Eav [Lux] : Average light level (in Lux)

Emin [Lux] : Minimum light level (in Lux)

Emax [Lux] : Maximum light level (in Lux)

u0 : Uniformity for visual tasks and is calculated by E_{min}/E_{av} .

Emin / Emax : Uniformity for visual tasks and is calculated by E_{min}/E_{max} . The higher this number the less light spots you will have and the more uniform light image. Agrilight strives to have this value >0.50 .

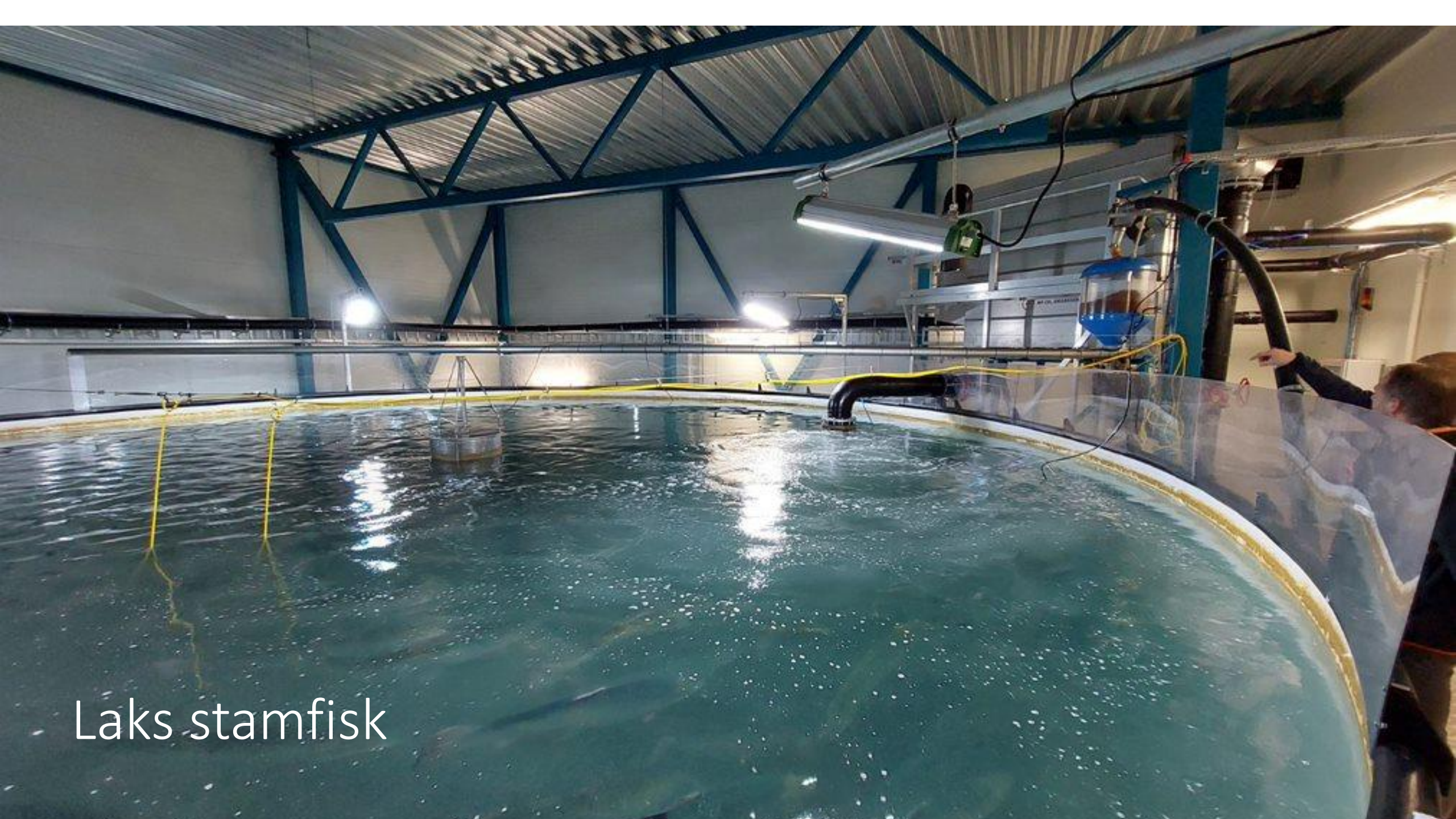


A large, circular tank filled with thousands of small, silvery fish (Ørretyngel) swimming in clear water. The fish are densely packed, creating a shimmering effect. In the center of the tank, there is a cylindrical structure with a flat top, possibly a feeding station or a filter. A thin white vertical line extends from the top of the structure down into the water. The water is clear, and the fish are visible throughout the tank. The lighting is bright, creating reflections on the water's surface.

Ørretyngel

Tilapiaengel





Laks stamfisk

24 timer lys – ikke engang planter tåler det?

- *Lauvsnes gartneri: «Plantene får 18 timer lys til dagen. De behøver hvile; det er i mørket de vokser og blir sterkere. I takt med økende produksjonsintensitet med godt lys og god næring må vi øke hviletiden – akkurat som en toppidrettsutøver behøver mer tid til rekreasjon»*



Hvorfor er laksen vår den eneste organismen i verden som ikke behøver noe form for hvile?



Er autofagi nøkkelen til økt overlevelse i akvakultur?

Fig. 1



Survival superiority among the different types of cell death

Tilstand av hvile (aka søvn) og fravær av mat stimulerer autofagi – en naturlig resirkulering av skadde celler. Forhindrer akkumulering og mer alvorlige tilstander av celledød fra apoptose til nekrose

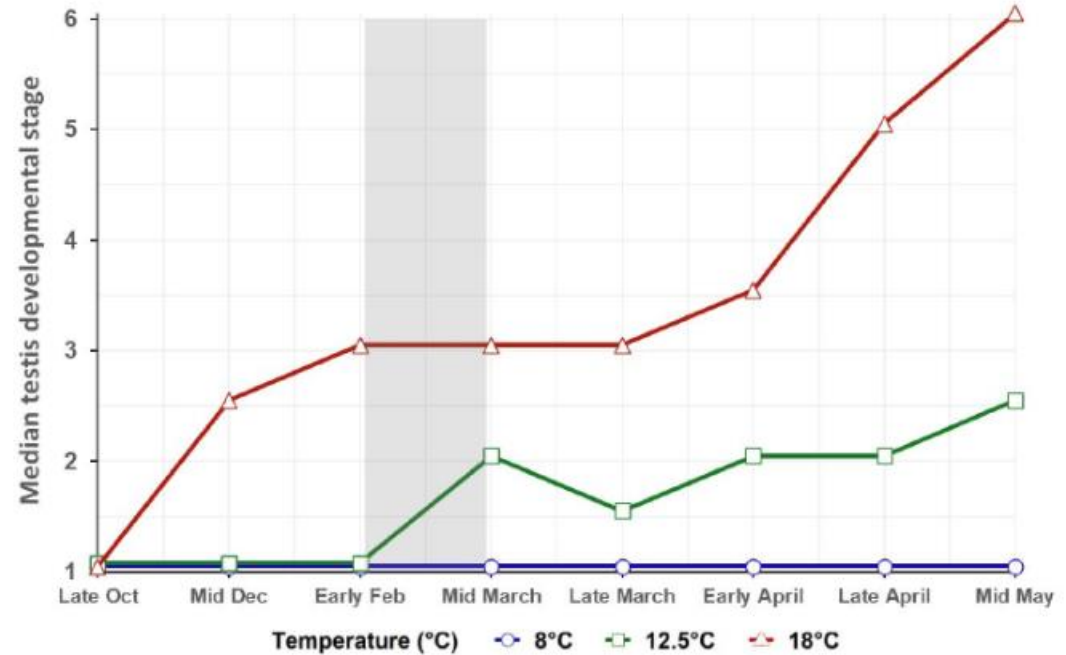
Autofagi beskytter celler mot nesten alle former for sykdom



LAKSESYSTEMER

Oppdretternes førstevalg

Vokser fisken for fort?



Martinez et al 2019