

Kondisjonsfaktor hos rognkjeks

Fultons kondisjonsfaktor er ikke godt mål for kondisjon hos rognkjeks.

Lauris Boissonnot¹, Solveig Engebretsen²,
Marthe Austad³, Magne Aldrin².

¹Aqua Kompetanse AS, ²Norsk Regnesentral,
³Val FoU

lauris@aquakompetanse.no

Rognkjeks benyttes i dag som en del av totalstrategien for forebygging og kontroll av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og mer nylig skottelus (*Caligus elongatus*) i norsk lakseoppdrett (Overton et al., 2020; Powell et al., 2018). Bruk av rensefisk som biologisk avlusing er særlig attraktivt da bruken reduserer infeksjonsnivåene (Imslund et al., 2014b, 2018b, 2019b) og metoden utsetter laksen for veldig lite stress (Treasurer, 2002).

Fiskevelferd hos rognkjeks har hatt et økende fokus de siste årene, knyttet til en økende bekymring og kritikk rundt velferd og overlevelse (Brooker et al., 2018; Treasurer and Feledi, 2014). Norske lakseoppdrettere, i tett samarbeid med fiskehelsetjenester og forskere, jobber løpende med å identifisere faktorer som kan forbedre forholdene for rognkjeks i norske oppdrettsmerder (Brooker et al., 2018; Treasurer and Feledi, 2014). Kondisjonsfaktor brukes som et mål på velferdsstatus som respons til ernæringsstatus, infeksjoner og fysiologiske faktorer hos fisk (Le

Cren, 1951). Det finnes flere metoder på kondisjonsfaktor hos fisk, men det mest brukte målet i akvakultursammenheng er Fultons kondisjonsfaktor (Bolger and Connolly, 1989). Denne brukes også ofte for rognkjeks (Imslund et al., 2014a, 2018a, 2019a; Geitung et al., 2020). Fultons kondisjonsfaktor antar at fisken ikke endrer form når lengden øker – altså at den vokser isometrisk. Ettersom rognkjeks både har en unik kroppsfasong og heller ikke vokser isometrisk i alle stadier (Daborn and Gregory, 1983) er det derfor ikke gitt at Fultons kondisjonsfaktor er et godt mål for kondisjon hos rognkjeks. Nylig har Gutierrez-Rabadan et al. (2021) foreslått en alternativ kondisjonsfaktor tilpasset rognkjeksens kroppsfasong. Det er imidlertid ikke undersøkt om denne kondisjonsfaktoren har noen sammenheng med ernæringsstatusparametre, som for eksempel fettinnhold i lever.

Eliassen et al. (2020) sammenlignet leverfarge og innhold av triacylglycerider i leveren, og viste at leverfarge kan brukes som en indikasjon på ernæringsstatus. De viste at en oransje lever (score 3-4) så ut til å indikere god ernæringsstatus, mens mørkebrun lever (score 5-6) indikerte dårlig ernæringsstatus. Vurdering av leverfarge krever imidlertid avlving, og er derfor være et veldig inngripende mål på velferd. Det er derfor behov for en tilpasset kondisjonsfaktor for rognkjeks, som kan vurdere velferd på en mindre inngripende måte.

I denne studien undersøkte vi sammenhengen mellom fettinnhold i lever (kvantifisert med histologi) og Fultons kondisjonsfaktor (heretter omtalt som Fultons K) og kondisjonsfaktoren foreslått i Gutierrez-Rabadan et al. (2021) (heretter omtalt som GRs K).

Oppsummering av forsøket

- Denne studien har undersøkt sammenhengen mellom fettinnhold i lever hos rognkjeks og ulike måter å regne ut kondisjonsfaktor.
- Fultons kondisjonsfaktor er ofte brukt for å vurdere rognkjeksens kondisjon. Men våre resultater viser at Fultons kondisjonsfaktor er ikke egnet til å vurdere ernæringsstatus hos rognkjeks, da den ikke har noen sammenheng med fettinnhold i lever.
- Gutierrez-Rabadan et al. (2021) har nylig foreslått en kondisjonsfaktor (GRs K) som er tilpasset rognkjeksens kroppsfasong, men den har ikke blitt validert med ernæringsstatusparametre ennå.
- Vår studie viser at denne kondisjonsfaktoren har en sammenheng med fettinnhold i lever, dog med store individuelle variasjoner.
- Leverfarge er også foreslått som en indikator for ernæringsstatus (Eliassen et al. 2020), og våre resultater bekrefter dette da mørk lever kan relateres til fettmangel.
- Vi fant at leverfarge har sterkere sammenheng med fettinnhold i lever enn GRs K.
- Men, dersom man ikke ønsker å avlive fisken, kan man bruke GRs K som et grovt estimat på utvikling av ernæringsstatus i populasjonen over tid.

Om prosjektet

- Denne studien er en del av det større prosjektet STRATEGI (FHF-901693) ledet av Aqua Kompetanse AS og finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering.
- Prosjektets hovedmål er å bidra til å bedre ernæringsstatus og velferd, samt å øke andelen lusespisende rognkjeks i merd.
- Datainnsamlingen ble gjennomført ved prosjektet Rensefisk-koordinering finansiert av Namdal Rensefisk AS og Nordland Rensefisk AS.
- Forfatterne ønsker å rette en stor takk til alle lokalitetene som har deltatt så langt i prosjektet!

Datainnsamling

Prøveuttakene ble gjennomført ved seks lokaliteter i Midt-Norge fra mars 2020 til august 2021. Rognkjeks ble hentet ut fra merdene ved bruk av enten orkast, håv fra båt eller håndhåv. Rett etter uttak ble rognkjeks avlivet ved overdose av bedøvelsesmiddel. Lengde ble målt med 1 mm presisjon og vekt med 0,1 g presisjon. Totalt ble ca. 330 rognkjeks obdusert og leverfargen ble scoret fra 1 (lys lever) til 6 (mørk lever) etter Eliassen et al. (2020); (se Fig. 2 for scoringen). Det ble tatt leverprøver av alle undersøkte individer. Av disse ble leveren hos 296 individer vellykket analysert ved histologi hos Patogen AS. Mengden fett i lever ble visuelt kvantifisert og scoret som 0: ingen fettvakuole, 1: sparsom, 2: moderat 3: rikelig og 4: uttalt. Scoringen av overordnet fettvakuoliseringsgrad ble samlet ved vurdering av hele leveroverflaten.

Alle statistiske analyser ble utført med R (R Core Team, 2021). Det ble tilpasset en lineær regresjonsmodell for hver kondisjonsfaktor, for å undersøke om kondisjonsfaktor kunne forklare fettvakuoliseringsgrad. I regresjonen ble det antatt at fettvakuoliseringsgrad er lineær, slik at det er samme forskjell mellom alle nivåer. Leverfarge ble satt som en kategorisk variabel.

Resultater og diskusjon

Kondisjonsfaktor

Et generelt uttrykk for kondisjonsfaktor er gitt ved

$$K \propto \frac{V}{L^b}$$

hvor parameteren b varierer mellom de ulike uttrykkene for kondisjonsfaktor, V er rognkjeksens vekt, L er rognkjeksens lengde og tegnet \propto betyr "proporsjonalt med".

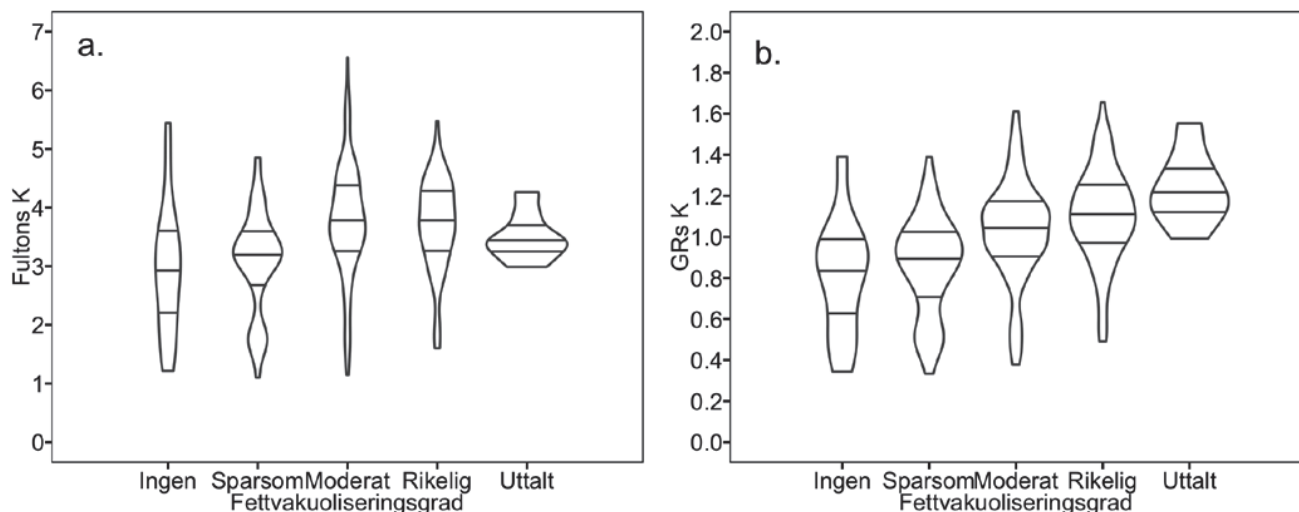
Fultons K har vært mye brukt i lakseoppdrett. Fultons K antar isometrisk vekst, det vil si at fiskens kroppsfasong ikke endres med lengde. Fultons K er gitt ved Fultons

$$\text{Fultons } K = \frac{100 V}{L^3}$$

For at kondisjonsfaktor skal kunne brukes uten å ta hensyn til lengde, må kondisjonsfaktoren være uavhengig av lengde. Det vil si at en gitt verdi av kondisjonsfaktor må bety det samme for ulike rognkjeks, uavhengig av hva lengdene deres er. I Gutierrez-Rabadan et al. (2021) er uttrykket for kondisjonsfaktor funnet slik at den blir mest mulig uavhengig av lengde for rognkjeks etter utsett i merd. GRs K er gitt ved:

$$\text{GRs } K = \frac{10^{3,516} V}{L^{2,559}}$$

hvor vekt er i g og lengde i mm. Vi sammenlignet de to ulike uttrykkene for kondisjonsfaktor med fettvakuoliseringsgrad, gitt i Fig. 1. Vi fant ingen sammenheng mellom fettvakuoliseringsgrad



Figur 1: Sammenheng mellom kondisjonsfaktor og fettvakuoliseringsgrad for a) Fultons K , og b) GRs K . Fiolinplottet viser fordelingen av kondisjonsfaktor for hver fettvakuoliseringsgrad, med median, 25 % og 75 %-kvantiler markert.

og Fultons K. For GRs K fant vi derimot en positiv sammenheng mellom fettvakuoliseringsgrad og kondisjonsfaktor, det vil si at fiskene med høyere fettvakuoliseringsgrad hadde høyere kondisjonsfaktor. For Fultons K fant vi en justert R^2 på 0,06. GRs K hadde en større forklaringskraft enn Fultons K, men det var også en del individuell variasjon ($R^2 = 0,15$). Dette vil si at Fultons K er ikke egnet til å vurdere ernæringsstatus hos rognkjeks mens GRs K kan brukes som et grovt estimat på utvikling av ernæringsstatus i populasjonen over tid.

Leverfarge

Det ble funnet tydelig sammenheng mellom fettvakuoliseringsgrad og leverfarge (Figur 2), dog med en del individuelle variasjoner ($R^2 = 0,25$). Rognkjeks uten fettvakuoler i lever hadde i all hovedsak mørk leverfarge (score 5 og 6; 73%), mens samtlige rognkjeks

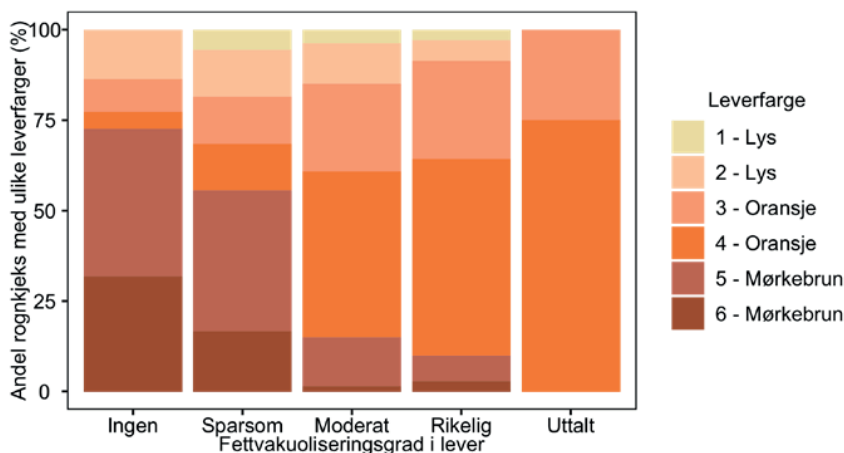
med uttalte fettvakuoler hadde oransje leverfarge (score 3 og 4). Dette stemmer overens med resultatene i Eliassen et al. (2020), og indikerer at man kan bruke leverfarge for å estimere velferd hos rognkjeks. Dette er fordelaktig, fordi det er mindre ressurskrevende å undersøke leverfarge enn fettvakuoliseringsgrad. Ernæringsstatus til rognkjeks med oransje leverfarge kan derfor vurderes som god, mens den til en rognkjeks med mørk leverfarge kan vurderes som redusert. Det er fortsatt uklart hva en lys leverfarge indikerer, men Eliassen et al. (2020) foreslo at det kan være en indikasjon på redusert velferd på grunn av for eksempel sykdom.

Referanser

- Bolger, T., Connolly, P.L., 1989. *The Selection of Suitable Indices for the measurement and Analysis of Fish Condition*. Journal of Fish Biology 34, 171–182.
- Brooker, A.J., Papadopoulou, A., Gutierrez, C., Rey, S., Davie, A., Migaud, H., 2018. *Sustainable production and use of cleaner fish for the biological control of sea lice: recent advances and current challenges*. Veterinary Record 183, 383–383. URL: <http://doi.wiley.com/10.1136/vr.104966>, doi:10.1136/vr.104966.
- Daborn, G.R., Gregory, R.S., 1983. *Occurrence, distribution, and feeding habits of juvenile lumpfish, Cyclopterus lumpus L. in the Bay of Fundy*. Canadian Journal of Zoology 61, 797–801. URL: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/z83-105>, doi:10.1139/z83-105.
- Eliassen, K., Patursson, E.J., McAdam, B.J., Pino, E., Morro, B., Betancor, M., Baily, J., Rey, S., 2020. *Liver colour scoring index, carotenoids and lipid content assessment as a proxy for lumpfish (Cyclopterus lumpus L.) health and welfare condition*. Scientific Reports 10, 8927. URL: <http://www.nature.com/articles/s41598-020-65535-7>, doi:10.1038/s41598-020-65535-7.
- Geitung, L., Wright, D.W., Oppedal, F., Stien, L.H., Vågseth, T., Madaro, A., 2020. *Cleaner fish growth, welfare and survival in atlantic salmon sea cages during an autumn-winter production*. Aquaculture 528, 735623.
- Gutierrez-Rabadan, C., Spreadbury, C., Consuegra, S., Garcia de Leaniz, C., 2021. *Development, validation and testing of*

Konklusjon

- Fultons K er ikke egnet som et mål på ernæringsstatus hos rognkjeks.
- Alternative uttrykk for kondisjonsfaktor som er tilpasset rognkjeksens kroppsfasong ($K = 10^{3,516} V / L^{2,559}$) har klar sammenheng med fettvakuoliseringsgrad, men mindre forklaringskraft enn leverfarge.
- Dersom man ikke ønsker å avlive rognkjeks kan GRs kondisjonsfaktor brukes for å ha et grovt estimat på utvikling av ernæringsstatus i populasjonen over tid.
- Videre studier bør undersøke sammenhengen mellom kondisjonsfaktor med flere velferdsmarkører som kontinuerlige mål på fett- og proteininnhold for å bedre kunne fastslå sammenhengen mellom kondisjonsfaktor, og rognkjeksens ernæringsstatus.



Figur 2: Andel rognkjeks med ulike leverfarger (%) fordelt på fettvakuoliseringsgrad (mengde fettvakuoler) i lever estimert ved histologi.

- an Operational Welfare Score Index for farmed lumpfish *Cyclopterus lumpus* L. *Aquaculture* 531, 735777. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848620310681>, doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735777.
- Imsland, A.K., Reynolds, P., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D., Noble, T., Wilson, M., Mackie, J.A., Elvegård, T.A., Urskog, T.C., Mikalsen, B., 2018a. *Feeding behaviour and growth of lumpfish (Cyclopterus lumpus L.) fed with feed blocks*. *Aquaculture Research* 49, 2006–2012. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/are.13657>, doi:10.1111/are.13657.
- Imsland, A.K.D., Frogg, N., Stefansson, S.O., Reynolds, P., 2019a. *Improving sea lice grazing of lumpfish (Cyclopterus lumpus L.) by feeding live feeds prior to transfer to Atlantic salmon (Salmo salar L.) net-pens*. *Aquaculture* 511, 734224. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848619309135>, doi:10.1016/j.aquaculture.2019.734224.
- Imsland, A.K.D., Jonassen, T.M., Hangstad, T.A., Stefansson, S.O., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C., Urskog, T.C., Nytrø, A.V., Reynolds, P., 2018b. *The effect of continuous light and compressed photoperiods on growth and maturation in lumpfish Cyclopterus lumpus*. *Aquaculture* 485, 166–172. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848617310700>, doi:10.1016/j.aquaculture.2017.11.053.
- Imsland, A.K.D., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A., 2014a. *The use of lumpfish (Cyclopterus lumpus L.) to control sea lice (Lepeophtheirus salmonis Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (Salmo salar L.)*. *Aquaculture* 424–425, 18–23. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848613006881>, doi:10.1016/j.aquaculture.2013.12.033.
- Imsland, A.K.D., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A., 2014b. *Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish*. *Aquaculture* 433, 137–142. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848614003019>, doi:10.1016/j.aquaculture.2014.06.008.
- Imsland, A.K.D., Reynolds, P., Jonassen, T.M., Hangstad, T.A., Elvegård, T.A., Urskog, T.C., Hanssen, A., Mikalsen, B., 2019b. *Effects of different feeding frequencies on growth, cataract development and histopathology of lumpfish (Cyclopterus lumpus L.)*. *Aquaculture* 501, 161–168. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848618314753>, doi:10.1016/j.aquaculture.2018.11.026.
- Le Cren, E.D., 1951. *The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (Perca fluviatilis)*. *The Journal of Animal Ecology*, 201–219.
- Overton, K., Barrett, L., Oppedal, F., Kristiansen, T., Dempster, T., 2020. *Sea lice removal by cleaner fish in salmon aquaculture: a review of the evidence base*. *Aquaculture Environment Interactions* 12, 31–44. URL: <https://www.int-res.com/abstracts/aei/v12/p31-44/>, doi:10.3354/aei00345.
- Powell, A., Treasurer, J.W., Pooley, C.L., Keay, A.J., Lloyd, R., Imsland, A.K., Garcia de Leaniz, C., 2018. *Use of lumpfish for sea-lice control in salmon farming: challenges and opportunities*. *Reviews in Aquaculture* 10, 683–702. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12194>, doi:10.1111/raq.12194.
- R Core Team, 2021. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. URL: <https://www.R-prosjekt.org/>.
- Treasurer, J.W., 2002. *A review of potential pathogens of sea lice and the application of cleaner fish in biological control*. *Pest Management Science* 58, 546–558. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.509>, doi:10.1002/ps.509.
- Treasurer, J.W., Feledi, T., 2014. *The Physical Condition and Welfare of Five Species of Wild-caught Wrasse Stocked under Aquaculture Conditions and when Stocked in Atlantic Salmon, Salmo salar, Production Cages: PHYSICAL CONDITION OF CLEANER FISH STOCKED IN CAGES*. *Journal of the World Aquaculture Society* 45, 213–219. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jwas.12099>, doi:10.1111/jwas.12099.