

# Kalojen siirrot kiertovedestä kylmään veteen

Kalankasvattajaliiton kesäpäivät Laukaa 12.6.2019

Juha Koskela, Jouni Vielma ja Juhani Pirhonen

Luonnonvarakeskus tuotantojärjestelmät  
Jyväskylän yliopisto bio- ja ympäristötieteiden laitos



# Sisältö

- **Taustaa**
- **Kirjoloihen siirrot kylmään veteen**
  - Kalan rasvapitoisuuden ja rasvahappokoostumuksen vaikutus
  - Kylmän veden elektrolyyttien määrän vaikutus
  - Kylmän veden pH puskuroinnin vaikutus

# Siirrossa järviveteen muuttuvat nopeasti sekä veden lämpötila että monet veden laatutekijät.

- Veden pH ja alkaliteetti alenevat
- Veden sisältämien ionien määrä vähenee
- Veden hiilidioksidipitoisuus vähenee

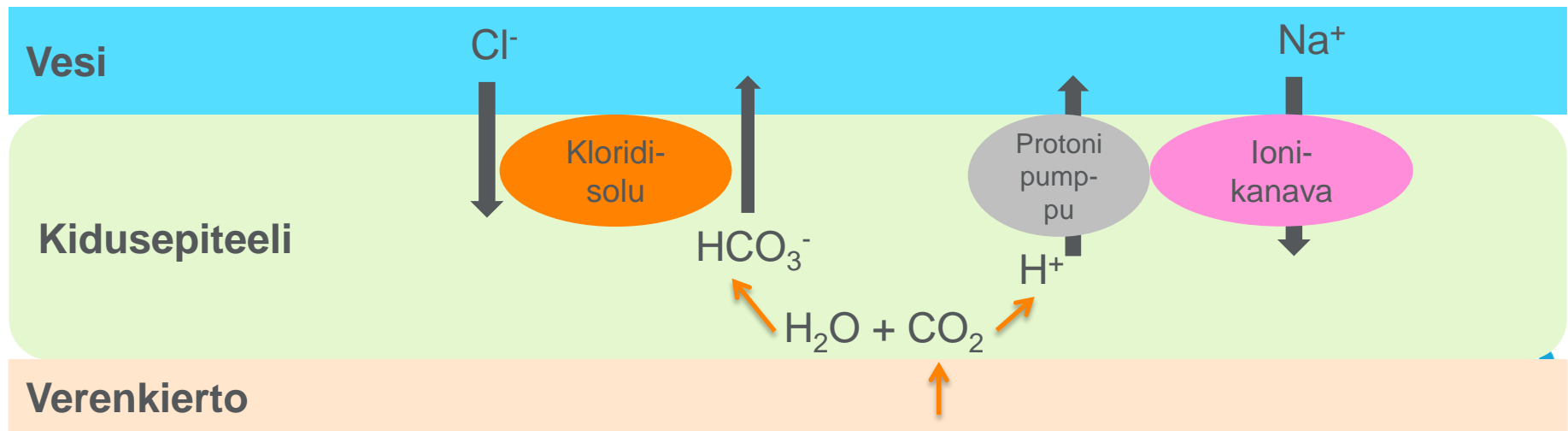
	Lämpötila °C	pH	Alkaliteetti mg/l	Johtokyky mS/m	CO <sub>2</sub> mg/l
Kiertovesi (Laukaa)	14-15	7,1-7,3	50-60	50-60	5-15
Kylmä vesi (Peurunkajärvi)	1,7-2	6,6-6,7	11-12	4-5	<0,5

# Kiertovedestä kylmään sopeutumisen mahdolliset taustatekijät

- **Vaikuttaako kalan rasvapitoisuus?**
- **Ovatko solukalvot talvikunnossa?** Muun muassa solukalojen koostumus muuttuu kylmässä vedessä niiden toiminnan/läpäisevyyden ylläpitämiseksi.
- Monitydyttymättömien rasvahappojen (mm EPA ja DHA) määrä kasvaa ja tyydyttyneiden määrä pienenee.

# Kiertovedestä kylmään sopeutumisen mahdolliset taustatekijät

- **Häiriintyykö elimistön itsesäätely:** Kiduksilla on tärkeä rooli kalan elektrolyyttitasapainon ja happo-emästasapainon säätelyssä.
- Makeassa vedessä kloridisolujen ja ionikanavan aktiivisuus kasvavat jotta kala saa vedestä natrium- ja kloridi-ioneja korvaamaan virtsan ja passiivisen diffuusion mukana menetettyjä ioneja.
- Veden CO<sub>2</sub> vaikuttaa happo-emästasapainoon. Kun CO<sub>2</sub> nousee niin kala happamoituu jolloin Cl<sup>-</sup> otto ja HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> erityis vähenevät. Samalla Na<sup>+</sup> otto ja (H<sup>+</sup>) erityis kasvavat.

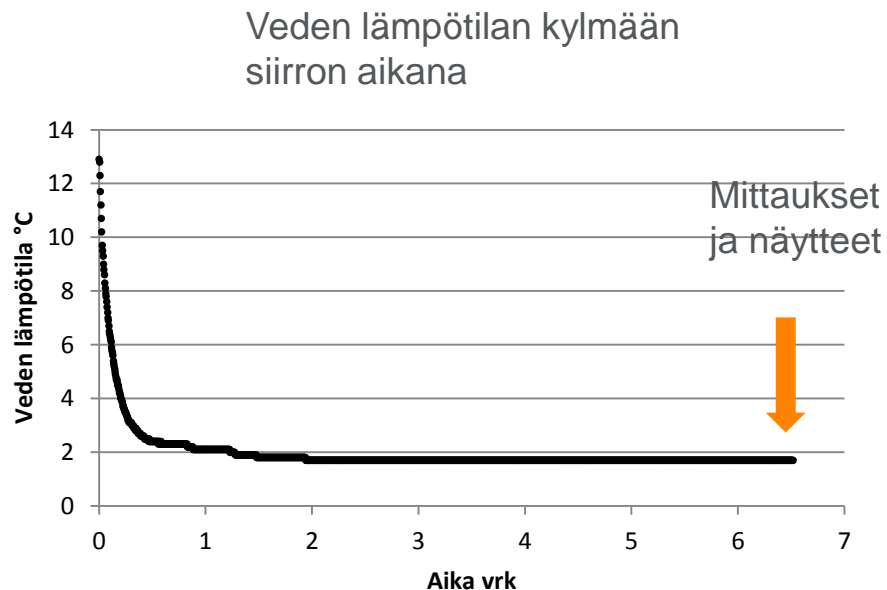


# Näkökulmat

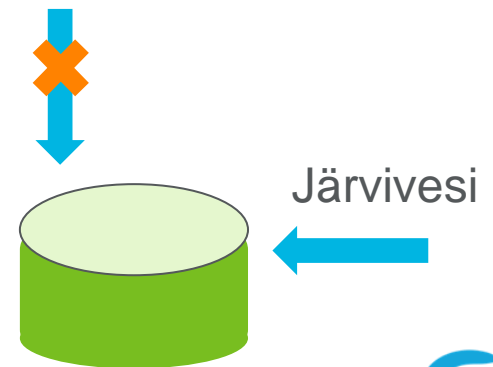
- **Vaikutetaan kalaan**
- Voidaanko kalan rasvapitoisuudella ja lihasrasvan laadulla vaikuttamalla kylmään sopeutumiseen?
  
- **Vaikutetaan kylmään veteen**
- Voidaanko kylmän veden laatua (natriumin ja kloridin lisäys tai pH puskurointi) muuttamalla vaikuttaa kalojen kylmään sopeutumiseen

# Kirjolohien siirrot kylmään veteen tehtiin joulukuussa 2018 – tammikuussa 2019

- **Kylmään siirto;** Kylmään veteen siirrot tehtiin irrottamalla testialtaiden vesitys kiertovedestä ja kytkemällä se läpivirtaukseen. Testialtaassa oli alkutilanteessa vain normaalisti uivia kaloja. Veden lämpötila laski vuorokaudessa noin 2 asteeseen. Kylmätesti kesti 6-7 vrk:ta.
- Kalojen paino 300 – 700g ja ikä 10-12 kk.



## Kiertovesi



# Kalojen mittaukset ja näytteenotto

- 6-7 vrk kylmäsiirron jälkeen
  - Laskettiin kylkiuimarien ja terveiden kalojen määrä
  - Punnittiin kalat
  - Otettiin verinäyte (mm natrium, kloridi ja kortisoli)





## Eri koostumuksen omaavat kirjoloheet

- Kirjoloheet kasvatettiin kesä-marraskuun 2018 ajan koerehuilla, jotka oli valmistettu Raisioaqua jälkirasvaamattomasta rehusta.
- **Kalaöljyrehu** = perusrehu + kalaöljy
- **Rypsiöljyrehu** = perusrehu + rypsiöljy
- **Matalarasvarehu** = perusrehu

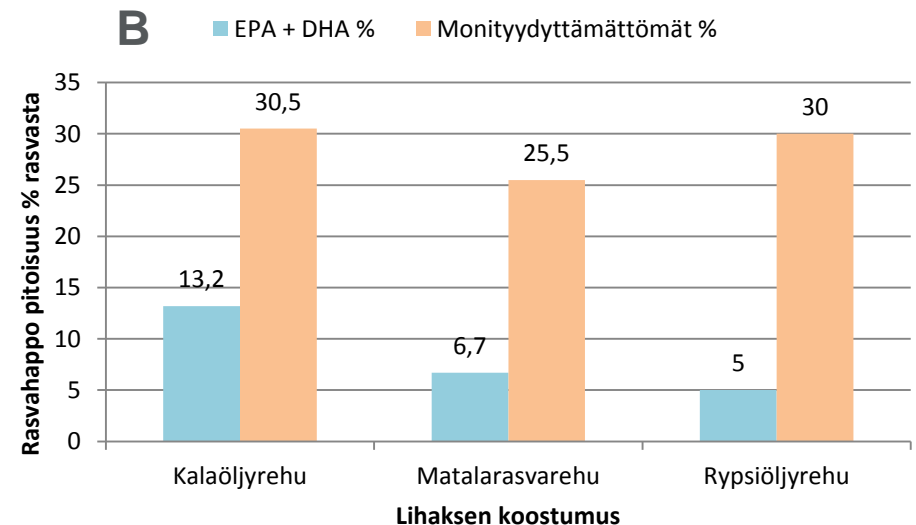
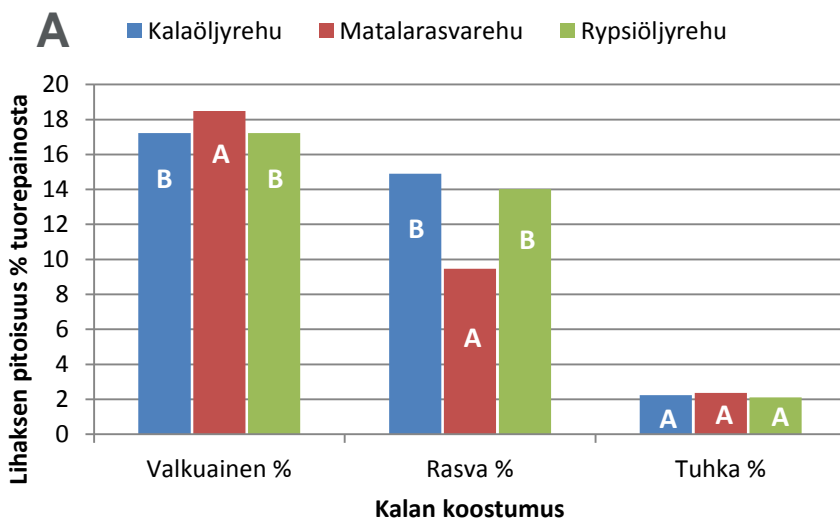
Rehujen koostumus.

Rehu	Valkuainen %	Rasva %	Tuhka %
<b>Kalaöljyrehu</b>	44,4	24,7	5,3
<b>Matalarasvarehu</b>	52,2	11,5	6,1
<b>Rypsiöljyrehu</b>	44,3	23,9	5,0

# Eri rehutaustan omaavien kirjolohien koostumus

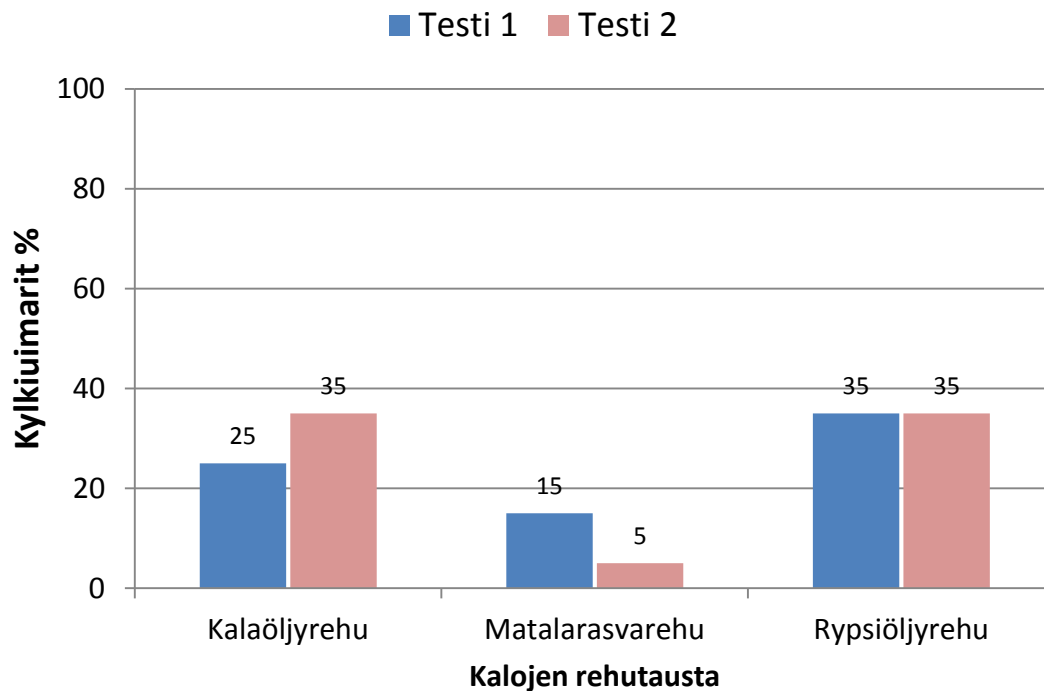
- **Matalarasvarehulla** kalan rasvapitoisuus pienempi kuin kahdella muulla ryhmällä.
- **Kalaöljy- ja rypsirehulla** ruokittujen kalojen lihaksen monitydyttämättömiä rasvahappojen pitoisuus korkeampi.

Rehujen vaikutus koko kalan (A) ja kalan lihaksen (B) koostumukseen



# Kalan rasvapitoisuus vaikutti enemmän kuin rasvan laatu

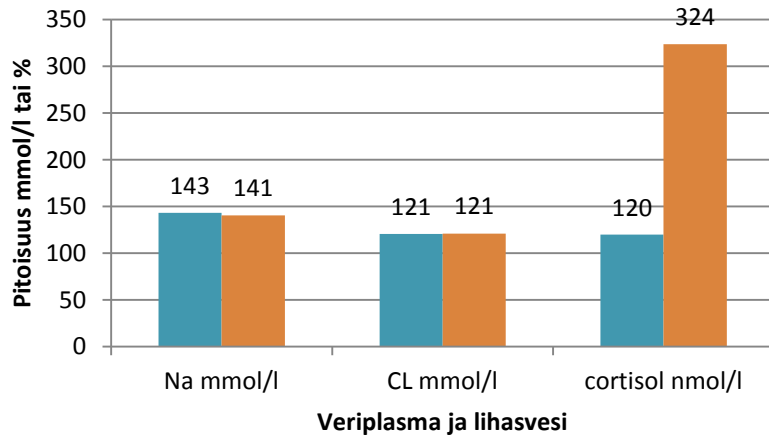
- Kalaryhmällä, jonka rasvapitoisuus oli pienempi, kylkiuimareita oli vähemmän kuin enemmän rasvaa sisältävillä kalaryhmillä.
- Kalan lihaksen monityydyttämättömien rasvahappojen määrällä tai laadulla (EPA/DHA) ei ollut myönteistä vaikutusta.



# Kylmään siirto vaikutti pääasiassa veriplasman kortisoliarvoihin

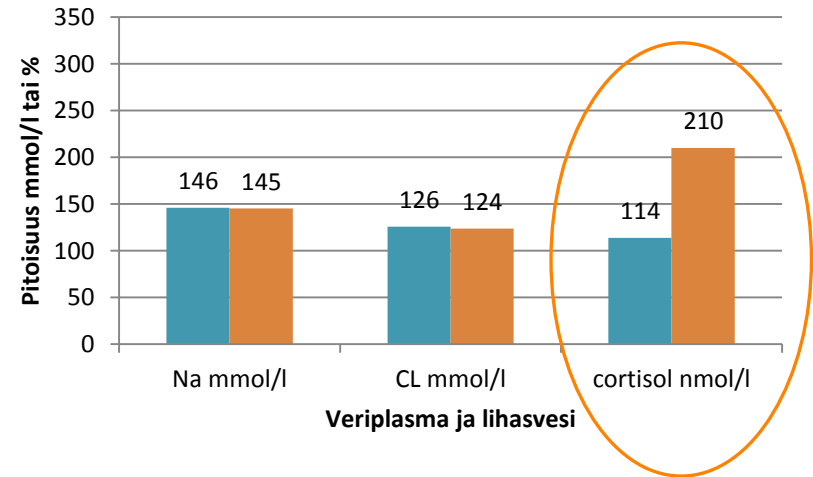
Kalaöljyrehu

■ Terveet ■ Kylkiuimarit



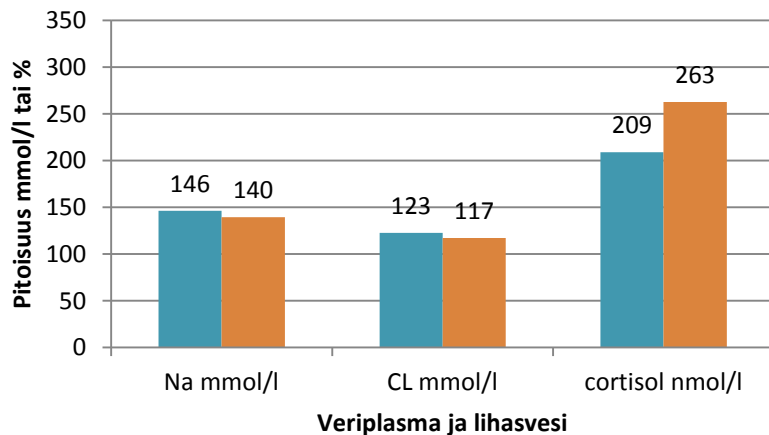
Matalarasvarehu

■ Terveet ■ Kylkiuimarit



Rypsiöljyrehu

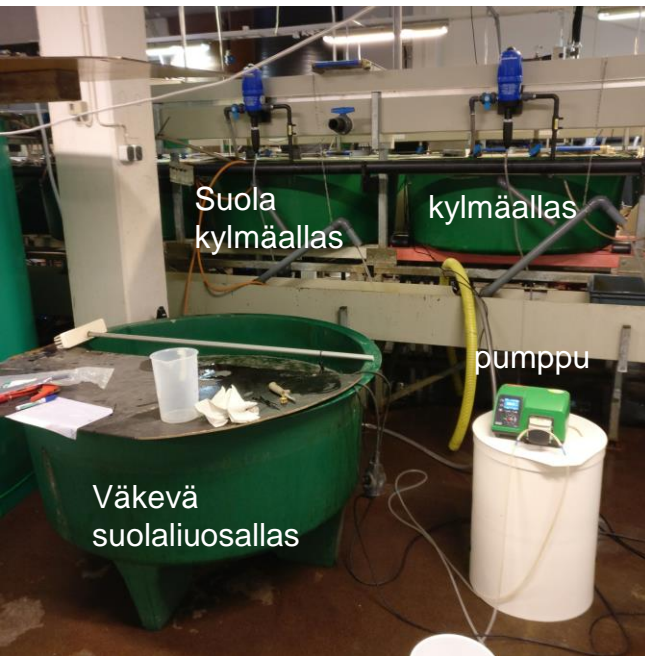
■ Terveet ■ Kylkiuimarit



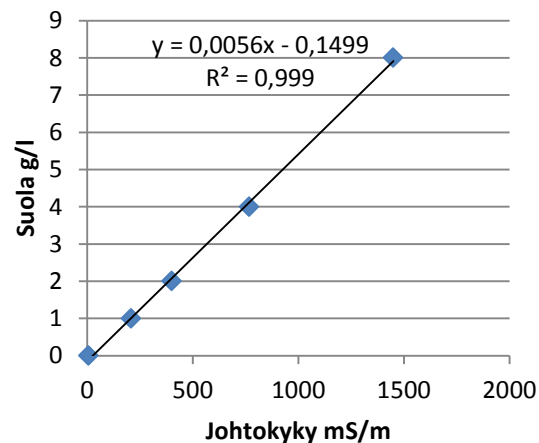
- Matalarasvarehulla kortisoliarvot alemmat kuin muilla rehuryhmillä.
- Eri rehutaustoilla ja terveillä sekä kylkiuimareilla plasman natrium- ja kloridiarvot olivat samalla tasolla

# Kylmään veteen tehty natriumin ja kloridin (merisuolan lisäys)

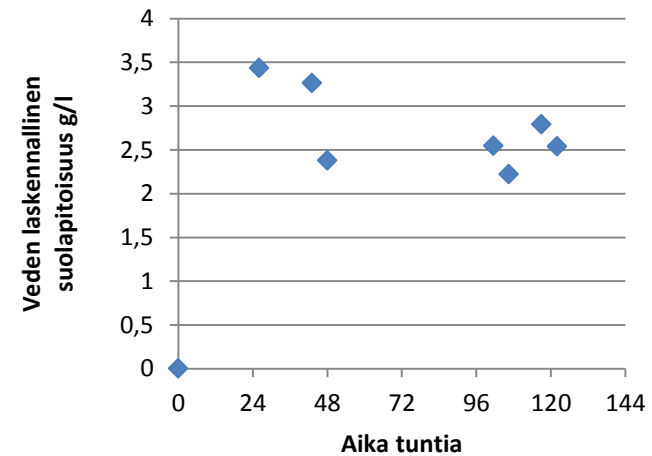
- Kylmän suolaisen veden keskimääräinen johtokyky kylmätestin aikana oli **515 mS/m** (järvivesi **4-5 mS/m**), laskennallinen **suolapitoisuus 2,7 g/l** ja alkaliteetti n. **20 mg/l** (järvivesi **11-12 mg/l**).



Veden johtokyvyn ja suolapitoisuuden suhde

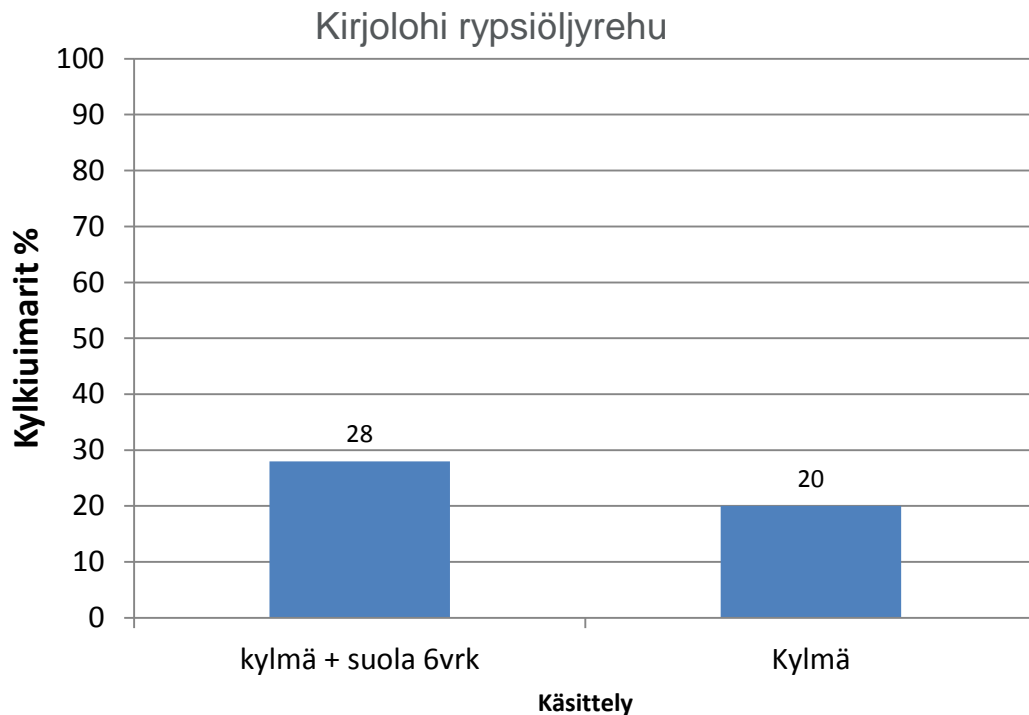


Suolaisen kylmän veden laskennallinen suolapitoisuus testin aikana



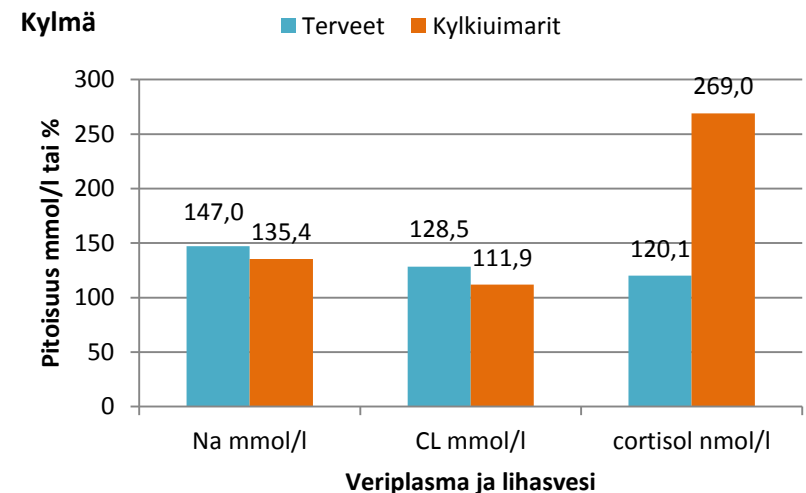
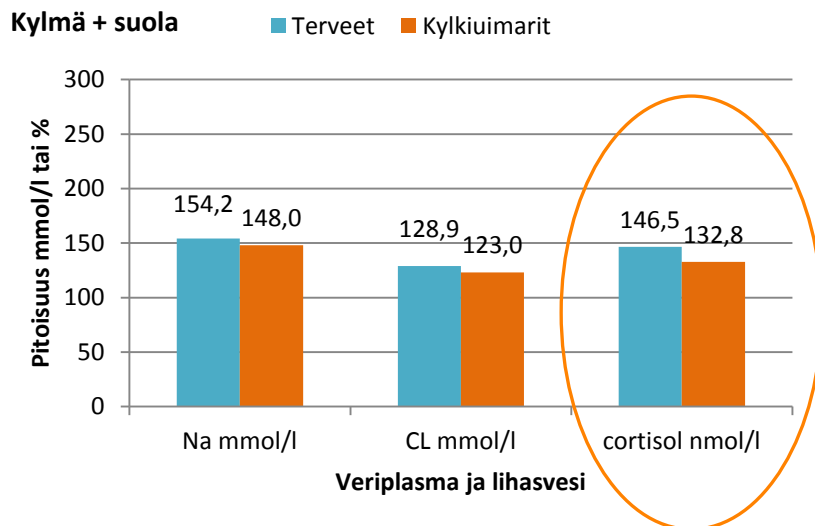
# Veden suolapitoisuuden noston ei vähentänyt kylkiuimarien määrää

- Kylmän veden suolapitoisuudella oli vähäinen kylkiuimarien määrää lisäävä vaikutus pelkkään kylmään veteen verrattuna.
- Tässä testissä pelkkään kylmään järviveteen siirretyillä kaloilla kylkiuimarien määrä oli pieni (sattuma?).



# Veden suolapitoisuus vaikutti kylkiuimarien plasman kortisoliarvoihin

- Suolapitoisessa kylmässä vedessä kylkiuimarien plasman kortisoli alempi kuin kylmässä järvivedessä.
- Plasman natrium ja kloridipitoisuudet samalla tasolla suolapitoisessa ja järvivedessä.

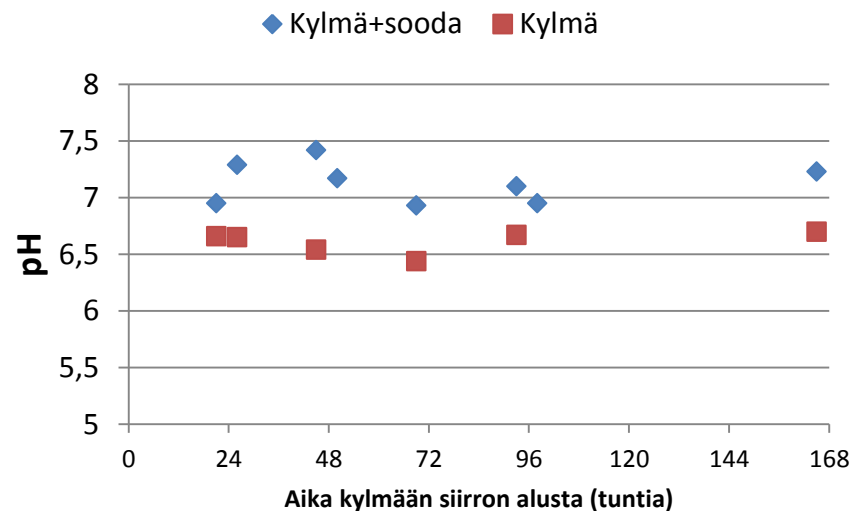


# Kylmään veteen tehty pH puskurointi

- Testialtaaseen lisättiin soodasta (natriumbikarbonaatti,  $\text{NaHCO}_3$ ) ja microdoljauheesta ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) (suhde 2:1) valmistettua liuosta.
- pH puskuroidun veden keskimääräinen **alkaliteetti oli 46 mg/l**.



Veden pH kylmään siirron aikana

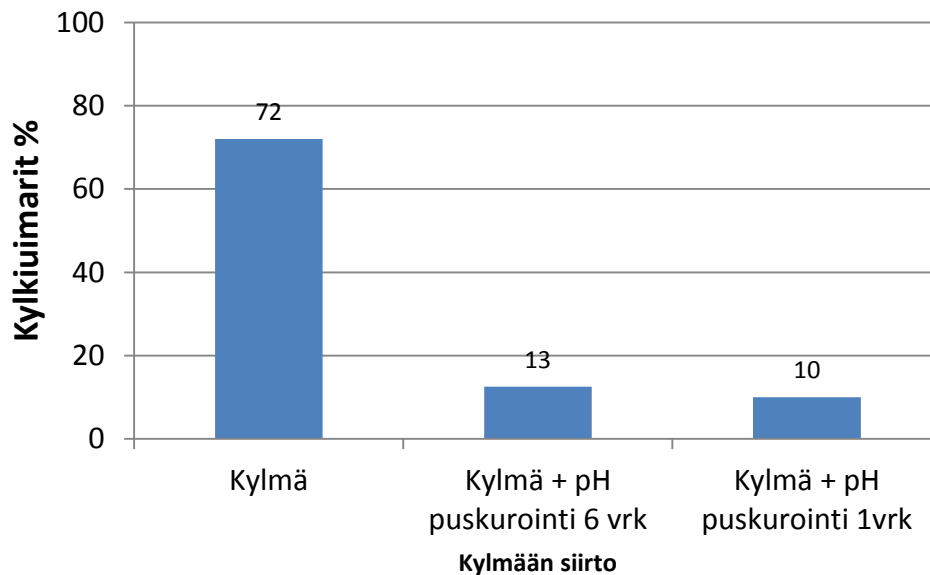




# Kylmän veden pH puskurointi vähensi kylkiuimarien määrää

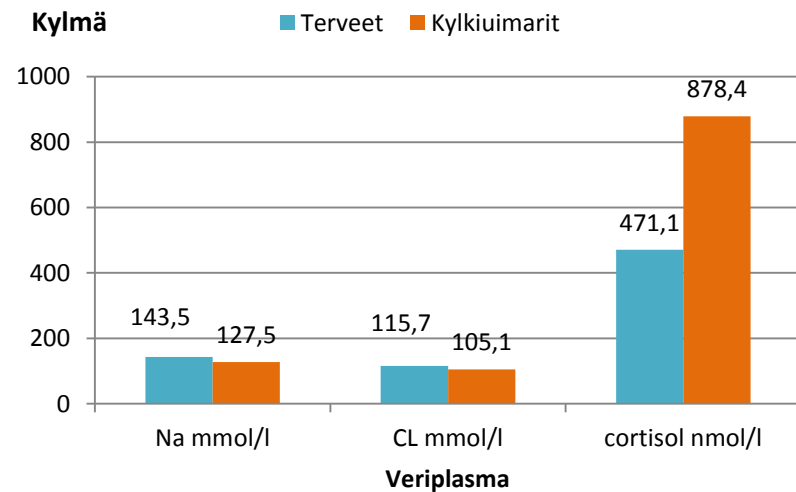
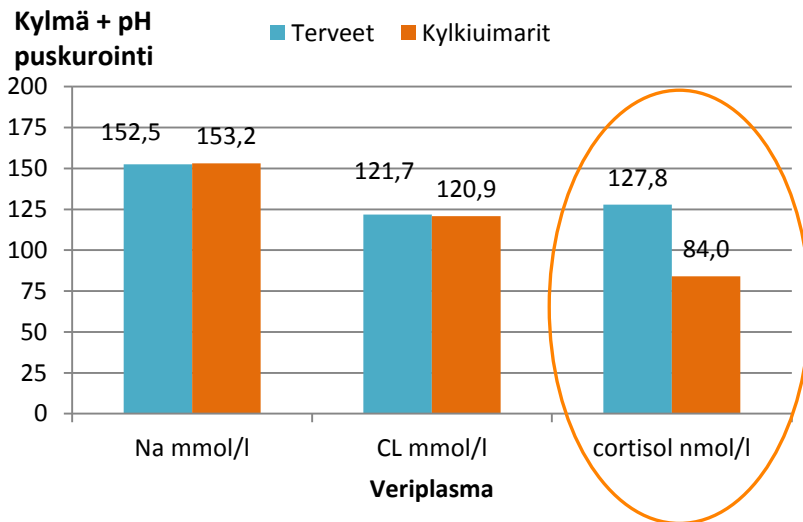
- Kylmän veden pH puskuroinnilla oli kylkiuimarien määrää vähentävä vaikutus pelkkään kylmään veteen verrattuna.
- Vastaava vaikutus saatiin aikaiseksi veden lämpötilan laskuvaiheessa tehdyllä lyhytaikaisella (noin 1 vrk) puskuroinnilla.

Kirjoloji rypsiöljyrehu



# Veden pH puskuroiti vaikutti plasman kortisoliarvoihin

- pH puskuroidussa kylmässä vedessä plasman kortisoliarvo alempi kuin kylmässä järvivedessä.
- Plasman natrium ja kloridiarvot hieman korkeammat pH puskuroidussa kuin kylmässä vedessä.



# Yhteenveto eri käsittelyjen vaikutuksista

- **Kalan pienempi rasvapitoisuus** vähensi kylkiuimarien määrää korkeamman rasvapitoisuuden omaaviin kaloihin verrattuna.
- **Kalan lihasrasvan laadulla** ei näyttäisi olevan vaikutusta kylmään siirrossa.
- **Merisuolan lisäys** alensi plasman kortisolipitoisuutta mutta ei alentanut kylkiuimarien määrää. Toisaalta vertailuryhmässä (kylmän järvivesi) kylkiuimareita oli poikkeuksellisen vähän joka hankaloittaa tulkintaa.
- **Veden pH puskurointi** vähensi kylkiuimarien määrää ja alensi plasman kortisolipitoisuutta. Mahdollisesti vesi tarvitsee puskuroida vain veden lämpötilan laskun aikana?
- **Kaikki käsittelyt:** plasman kortisolipitoisuus korreloi kylkiuimarien määrään kanssa. Plasman natrium- ja kloridipitoisuus ei juurikaan vaihdellut eri käsittelyjen välillä.

Kiitos!

