



UNIVERSITY OF  
NORDLAND

FHF fagmøte om tekstur i laks  
12. juni 2012, Trondheim

---

# Styring av slaktekvalitet hos oppdrettslaks med spesielt fokus på bindevev og tekstur

---

Chris André Johnsen

Overingeniør, PhD  
Fakultet for biovitenskap og akvakultur  
Universitetet i Nordland, Bodø

# Kvalitetsdegradering

Et potensielt problem for oppdretter og videreforedlingsindustrien

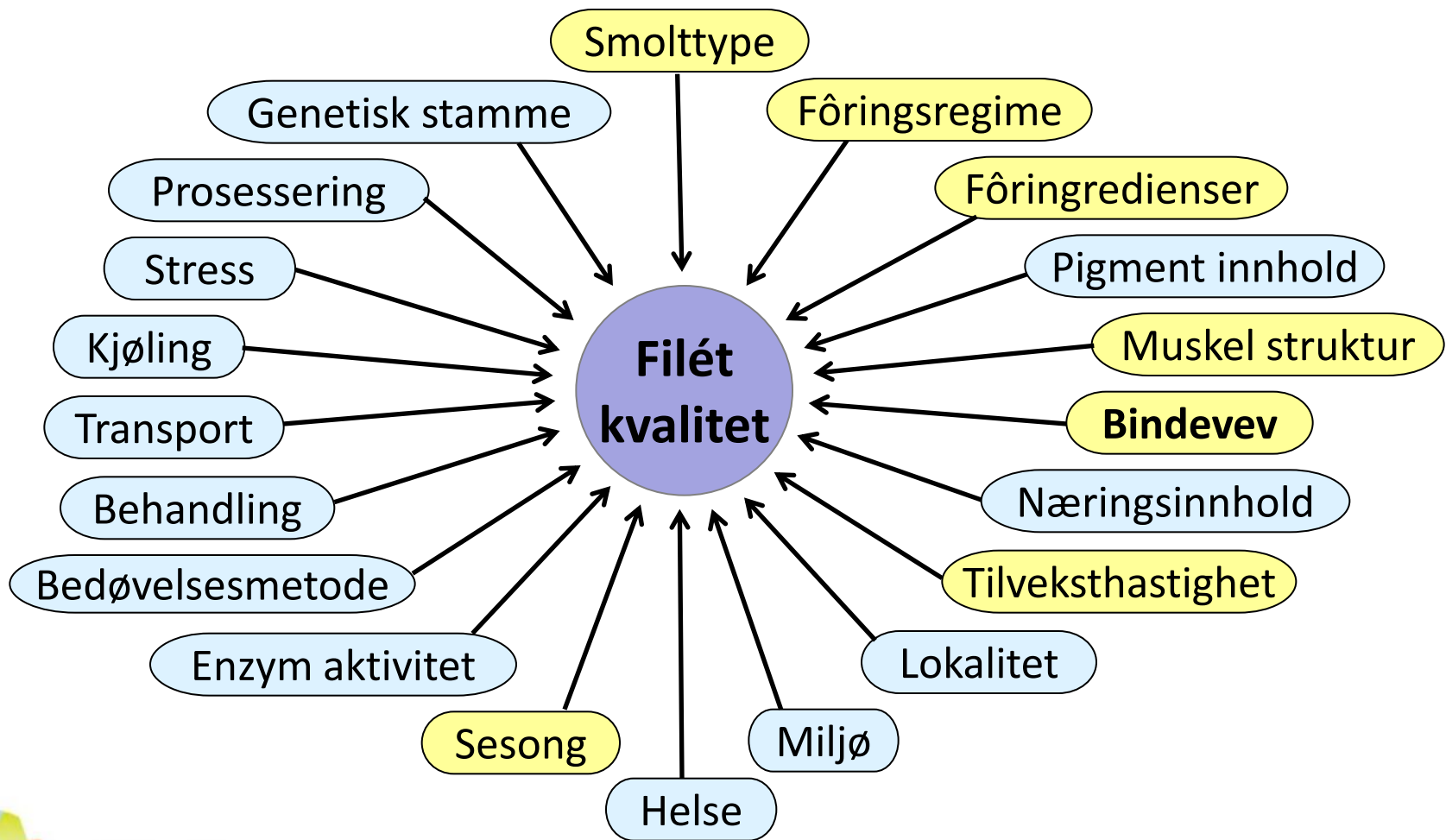
---

- **Bløt tekstur og gaping /spalting**
  - Tilstede umiddelbart etter slakting
  - Utvikles gjennom lagring
- **Andre faktorer...**
  - Dårlig eller ujevn innfarging
  - Melaninflekker
  - Blodflekker
  - Høyt fettinnhold (>17-18%)



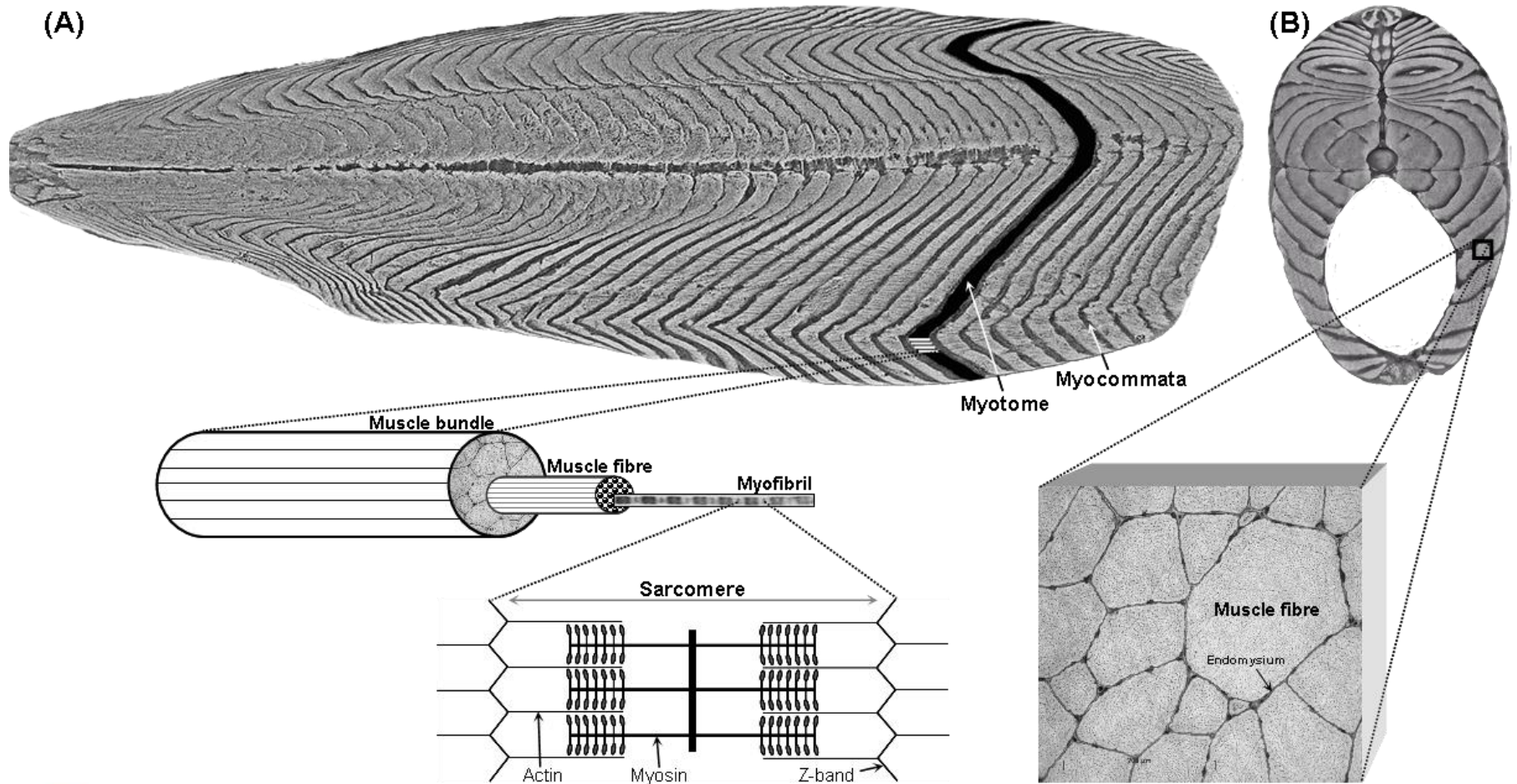
- Økte kostnader grunnet reklamasjoner fra kundene
- Mangler kommersielle produksjonsverktøy for å løse problemene

# Indre og ytre faktorer som påvirker filétkvalitet i oppdrettslaks



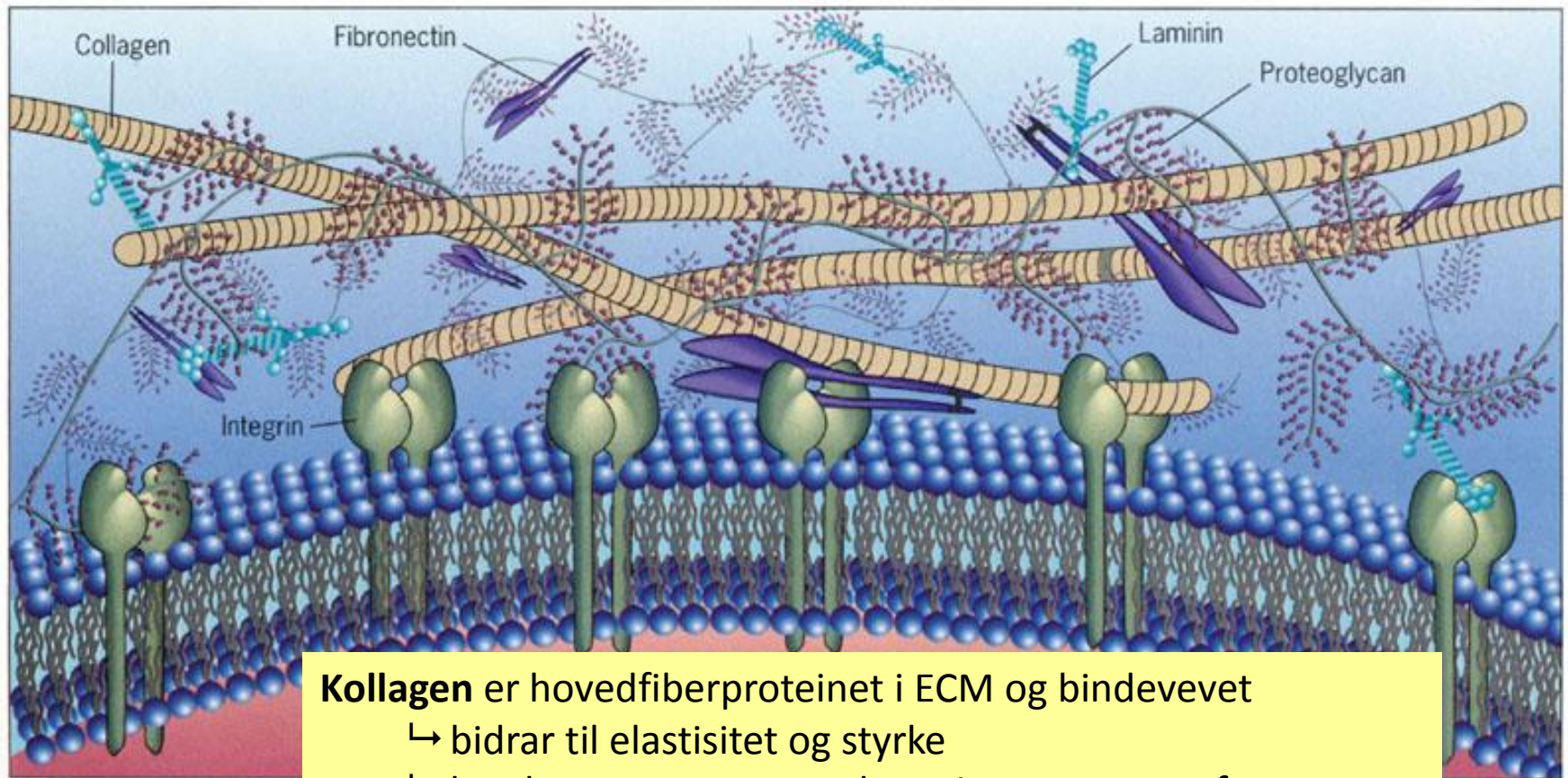
# Strukturell oppbygning av fiskemuskel

- sentralt for forståelsen av slaktekvalitet



# Ekstracellulært matriks

- består av fiberdannende proteiner og polysakkarider

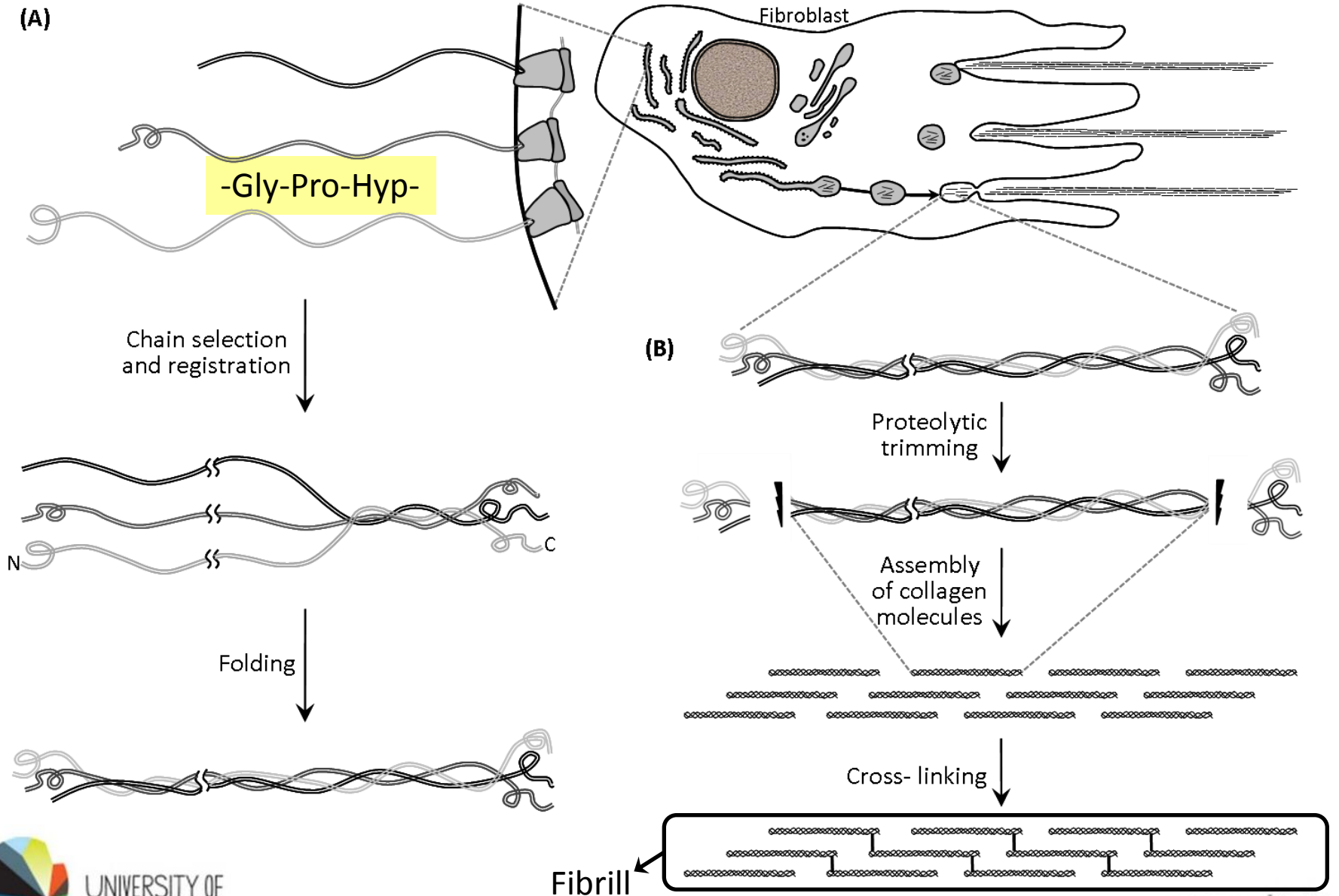


**Kollagen** er hovedfiberproteinet i ECM og bindevevet

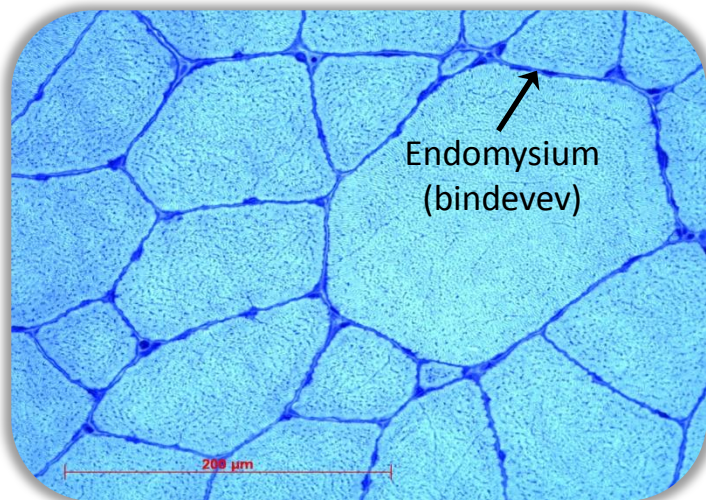
- ↳ bidrar til elastisitet og styrke
- ↳ bygd opp av repeterende aminosyrer som oftest er; glysin, prolin og hydroxyprolin
- ↳ kjemisk kryssbinding av trippel-helix (lysyl oxidase)



# Syntese og struktur av fibrillært kollagen



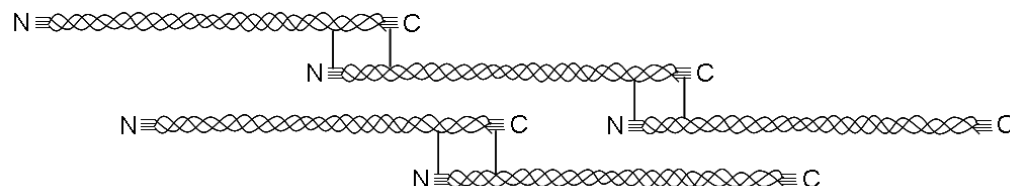
# Kryssbinding av fibrillært kollagen



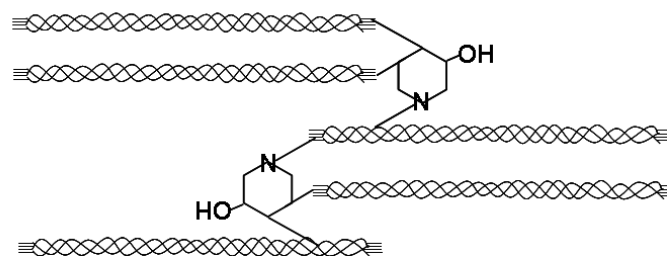
## Vitamin C

Sentral rolle i syntesen av kollagen, inkludert dannelsen av kryssbindinger

## (A) Divalente (reduserbare kryssbindinger)



## (B) Trivalente (ikke-reduserbare kryssbindinger)

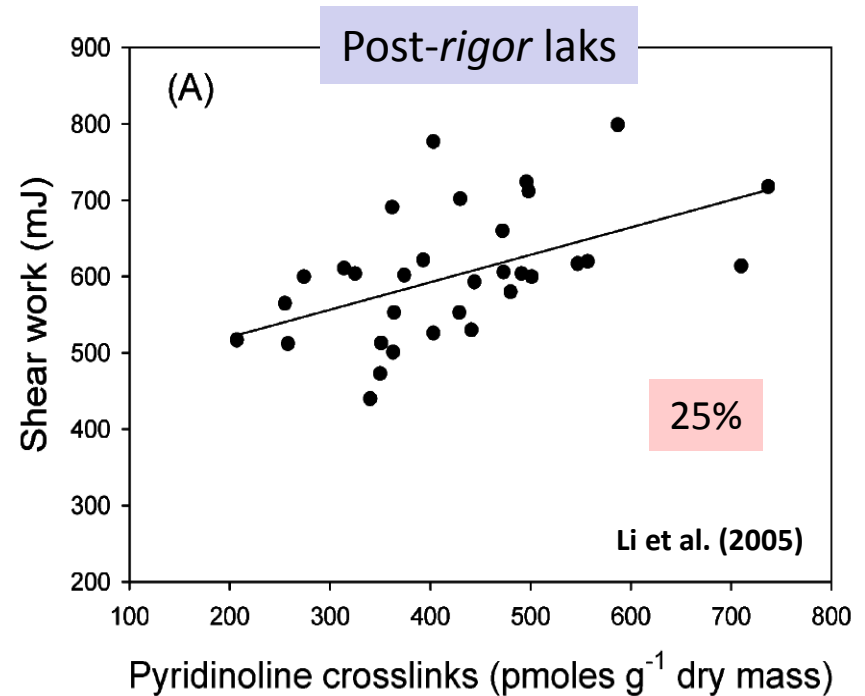
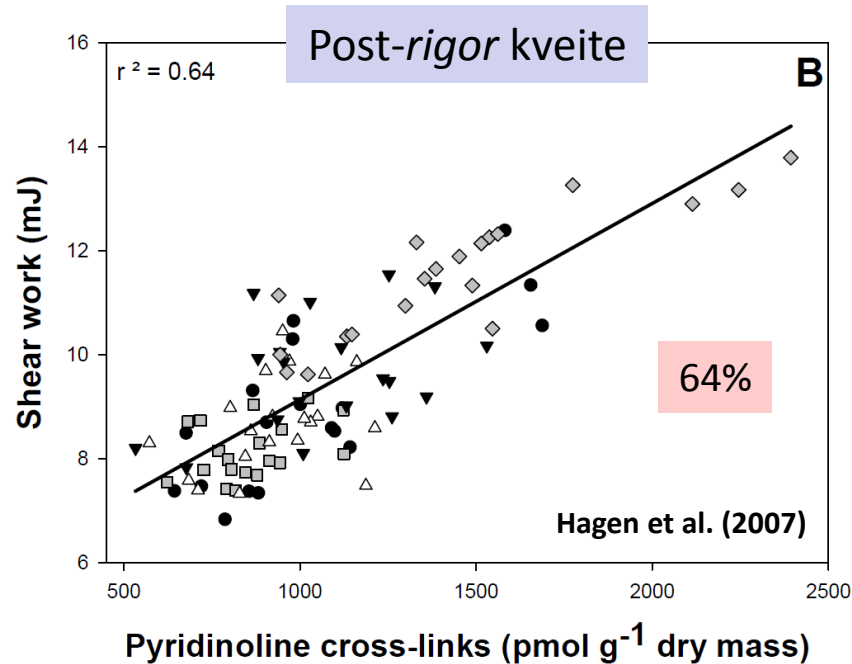
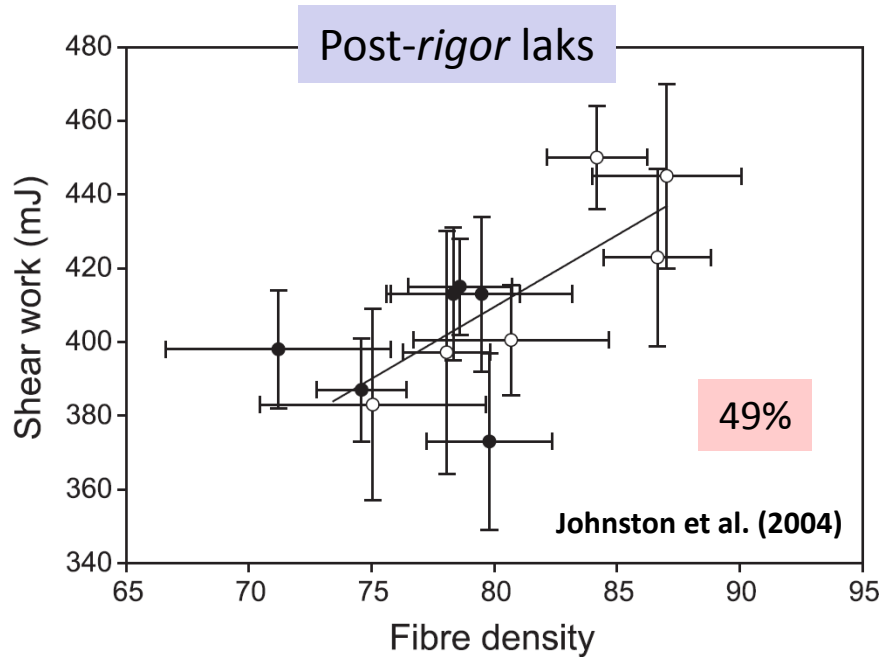


Adoptert og modifisert fra McCormick (1999)

## Dannes av enzymet "lysyl oxidase"

- ↳ kryssbinding av kollagen molekyler/ fibre
- ↳ **kobber** avhengig
- ↳ blokkeres av  $\beta$ -aminopropionitril (gress-erter)

# Muskelstruktur og bindevevsstyrke påvirker filétkvalitet ved slakting



- Ulik betydning i rått og kokt produkt
- Varme → denaturering av kollagen og proteiner
  - ↳ nye strukturer av koagulert protein og gelatin



## Forsøk 1 - småskala

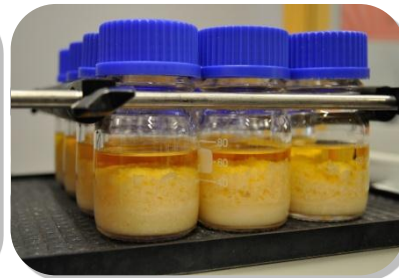
→ Bindevev og tekstur

Effekt av fôr, fôringsregime og tilveksthastighet på slaktekvalitet i oppdrettslaks

## Forsøk 2 - storskala

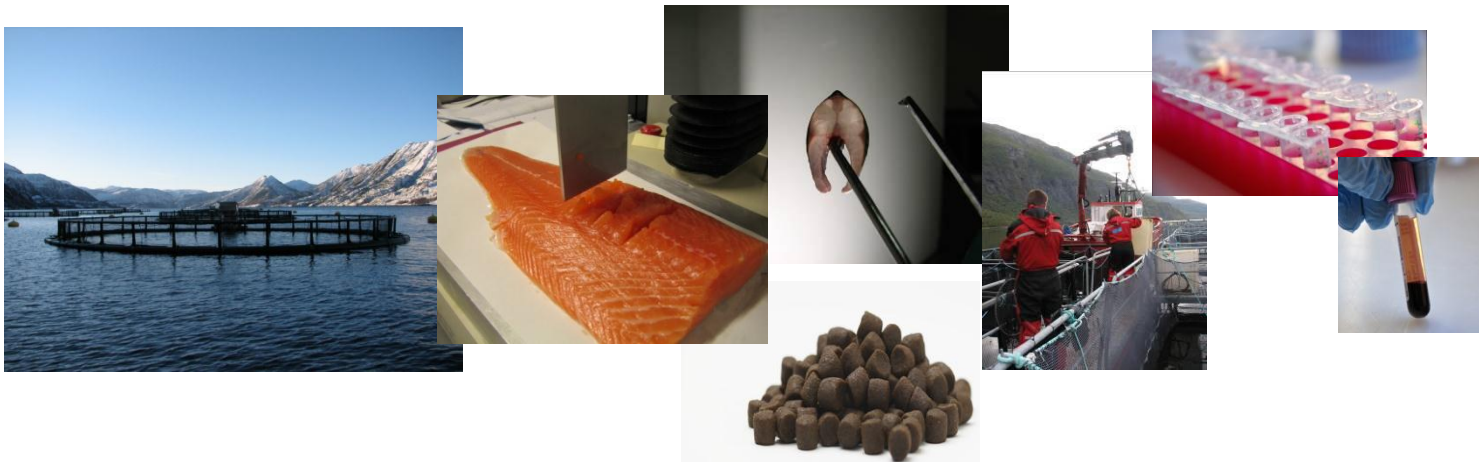
→ Muskelfiber, tekstur og gaping

Effekt av måltidsreduksjon (fra ca. 1,5 kg) på tilvekst og kvalitet i høst- (0+) og vårutsatt (1+) laks frem til slakting ved 4,3 kg

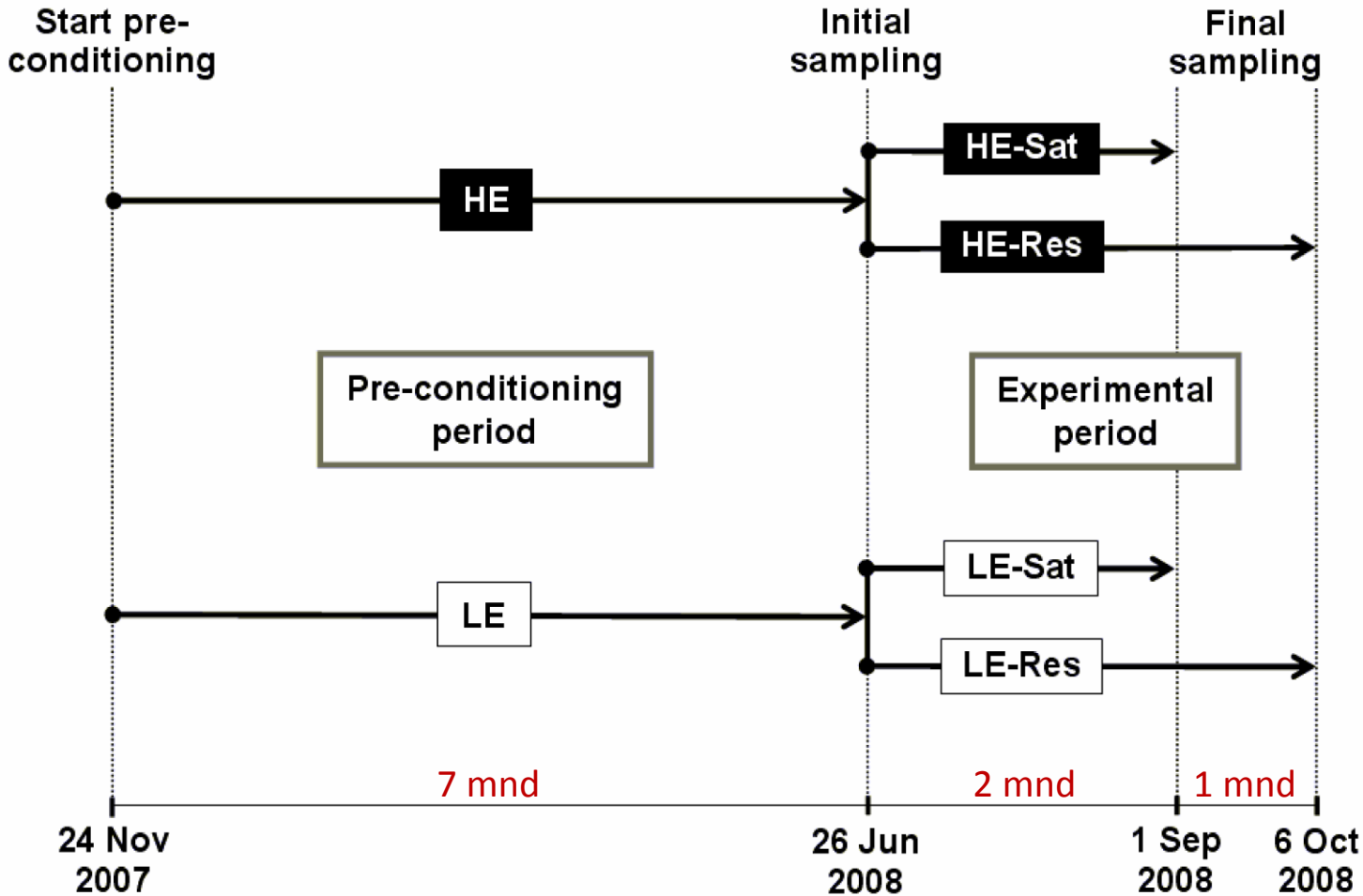


# Forsøk 1: Fôrrasjon, fordøyelig energi, tilveksthastighet, og slaktekvalitet

---



# Forsøksoppsett



**HE: 22.1 MJ kg<sup>-1</sup>  
40% fett**

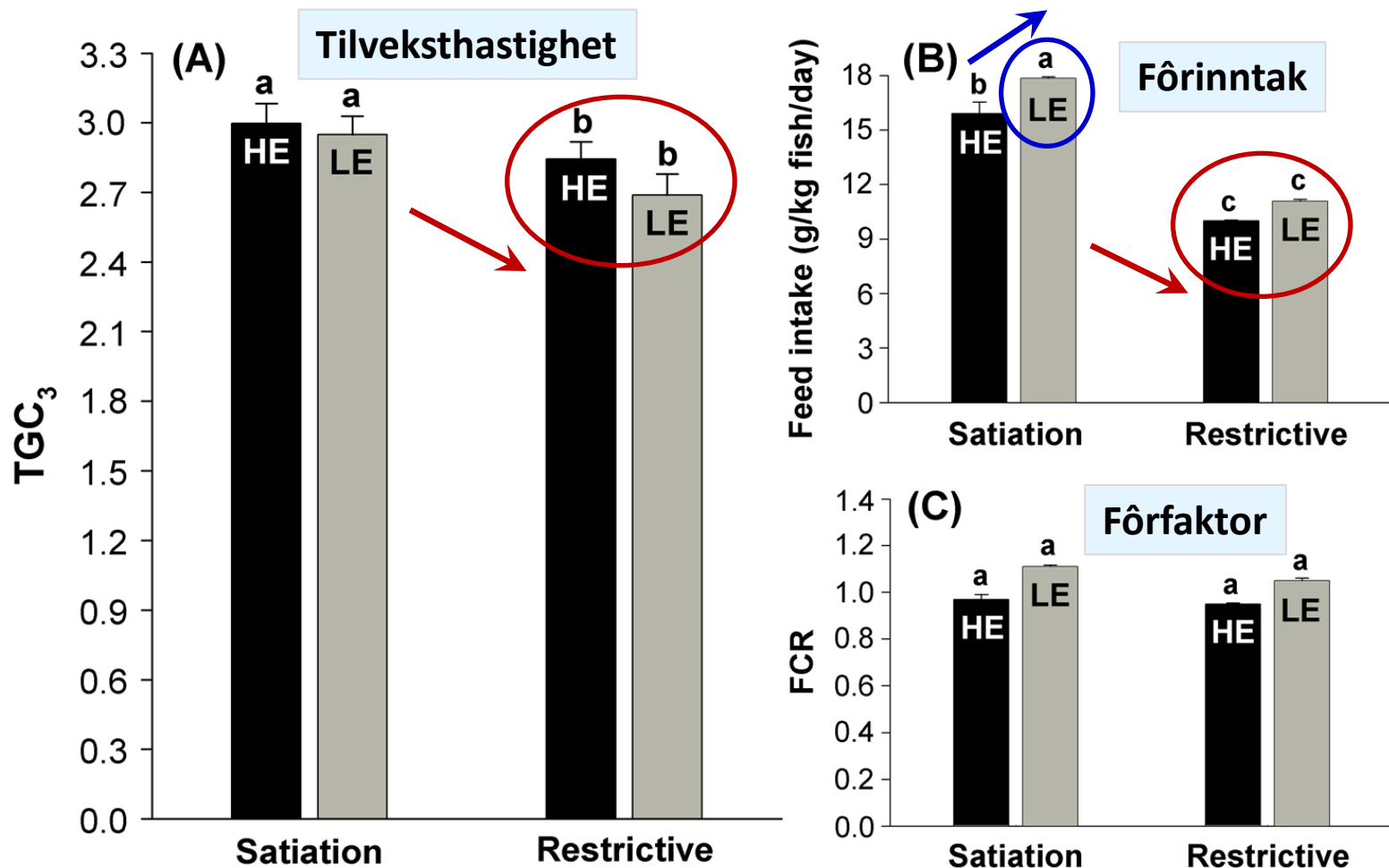
**LE: 19.3 MJ kg<sup>-1</sup>  
33% fett**

## Muskel

- HYP og PYD
- Tekstur
- Fett
- Farge
- Pigment
- Gaping
- Vitamin E
- Vannbinding
- pH

- 35 PIT-tag merkede laks per merd (av totalt 65)
- 2 merder per gruppe

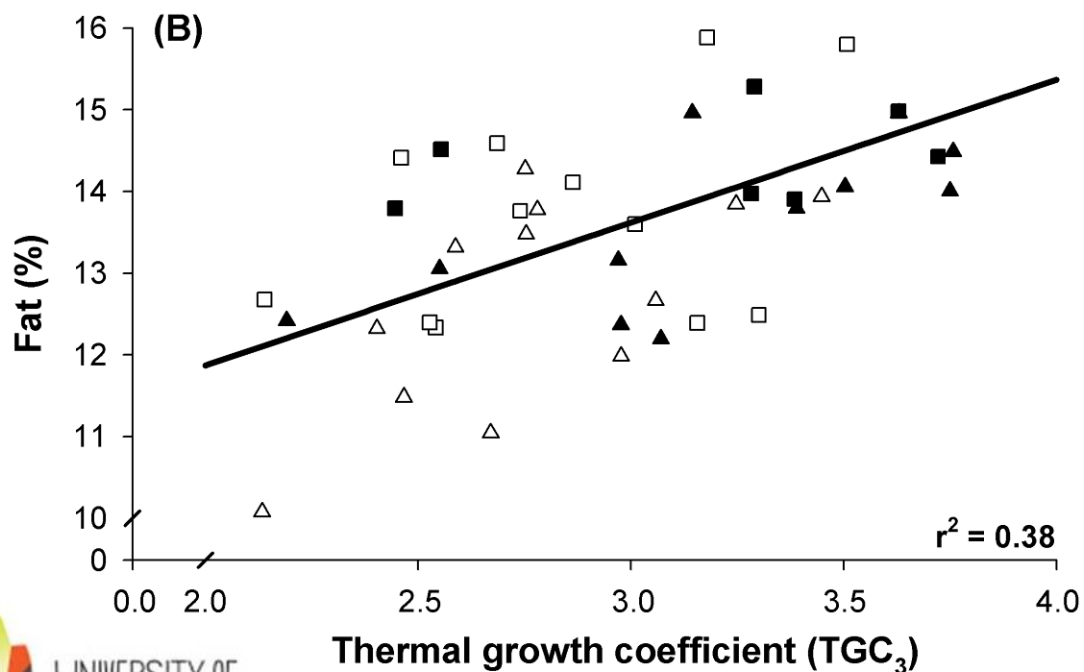
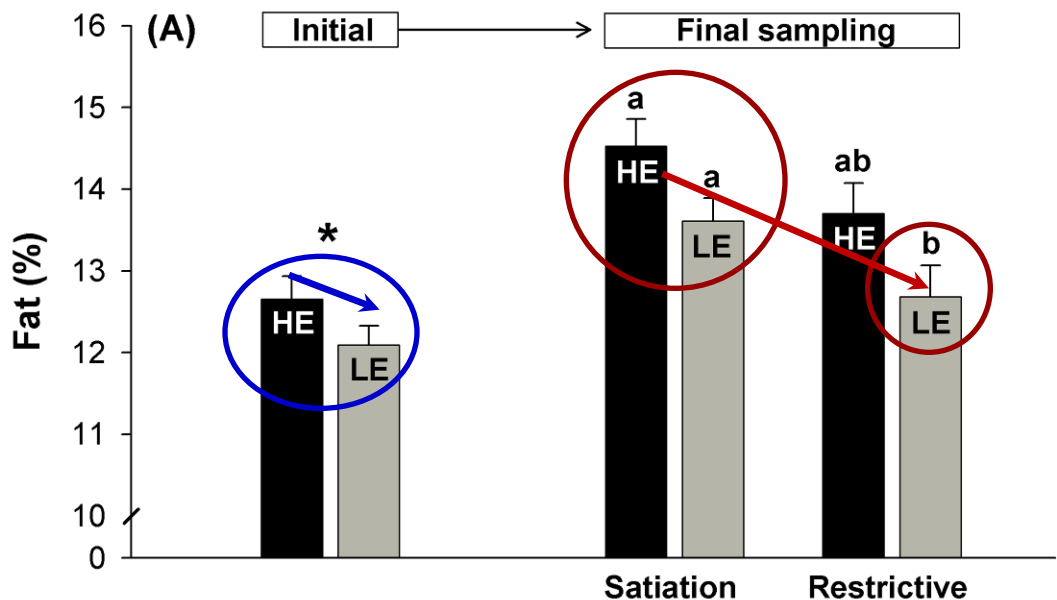
# Tilvekst og fôrutnyttelse



- Redusert fôrrasjon gir lavere fôrinntak og tilveksthastighet
- LE-fôr gir økt fôrinntak
- Tendens til forbedret fôrfaktor ved HE-fôr, men ikke signifikant



# Fettinnhold

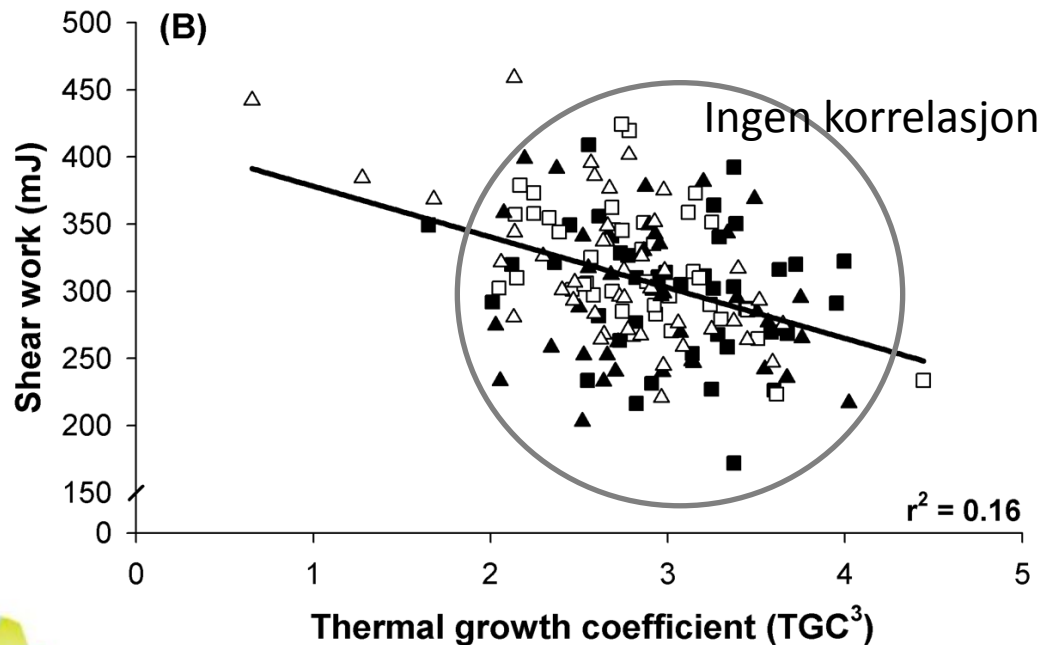
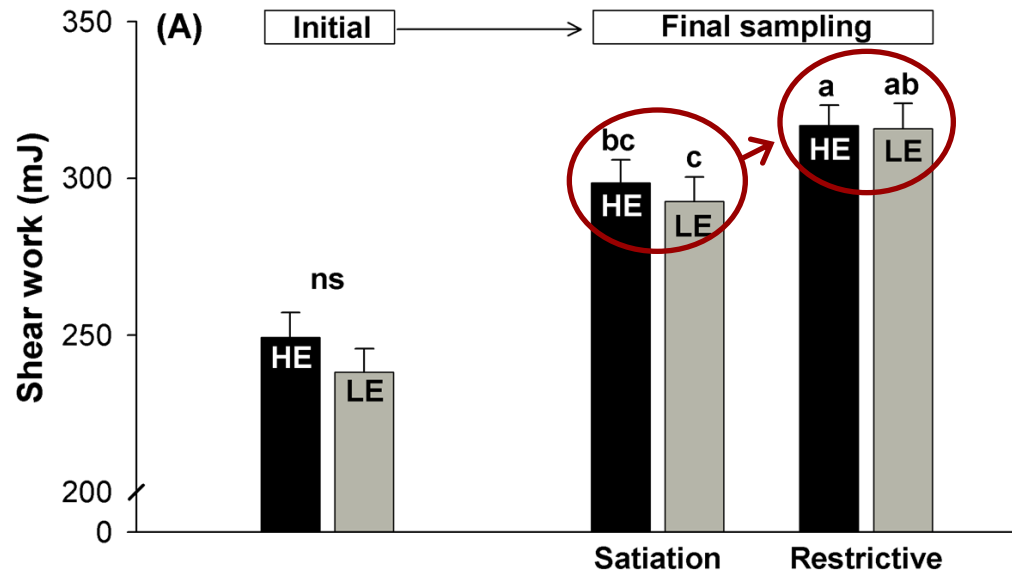


- Fordøyelig energi i fôret påvirket fettakkumulering i muskel, mens kombinasjonen **LE-Res** gir 1,8 prosentenheter lavere fettinnhold enn **HE-Sat**
- **Positiv korrelasjon** mellom tilveksthastighet og fettinnhold

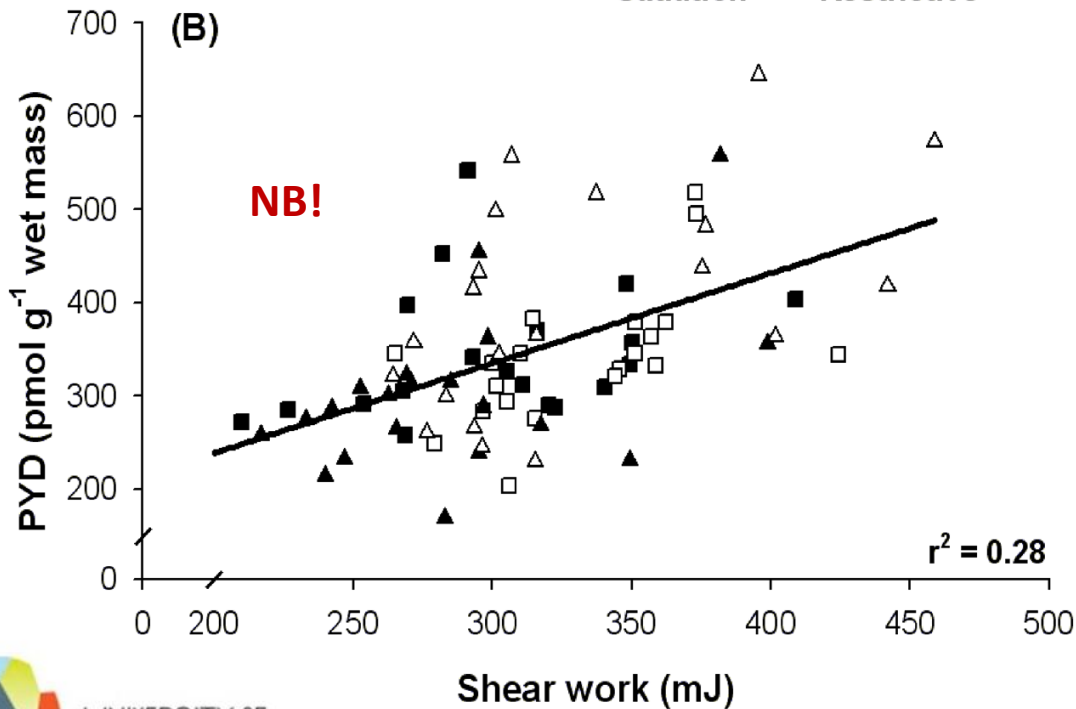
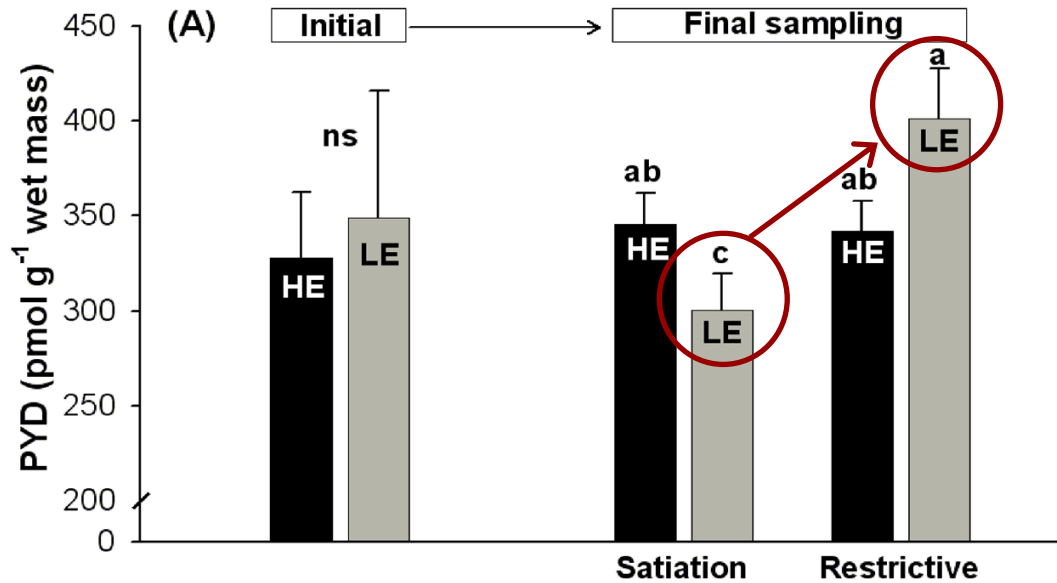


# Tekstur

- Restriktiv fôring gir fastere tekstur
- Ingen korrelasjon mellom TGC3 (VF3) og tekstur for normal tilveksthastighet; 2-4



# Kollagen kryssbindinger (PYD)



- **Restriktiv fôring** gir høyere PYD konsentrasjon i laksemuskel for LE-fôr
- Signifikant **positiv korrelasjon** mellom PYD og tekstur

# Oppsummering

---

- Restriktiv fôring gir lavere fôrinntak, redusert tilveksthastighet, og fastere tekstur
- **Fastere tekstur** er bl.a. forårsaket av økt konsentrasjon av ikke-reduserbare kollagen kryssbindinger (PYD)
- Fettdeponering i muskel kan reduseres med både fôr (fordøyelig energi) og fôringsregimet (mindre rasjon)
- Høy tilveksthastighet gir økt fettdeponering
- Ingen klar sammenheng mellom tilveksthastighet og tekstur

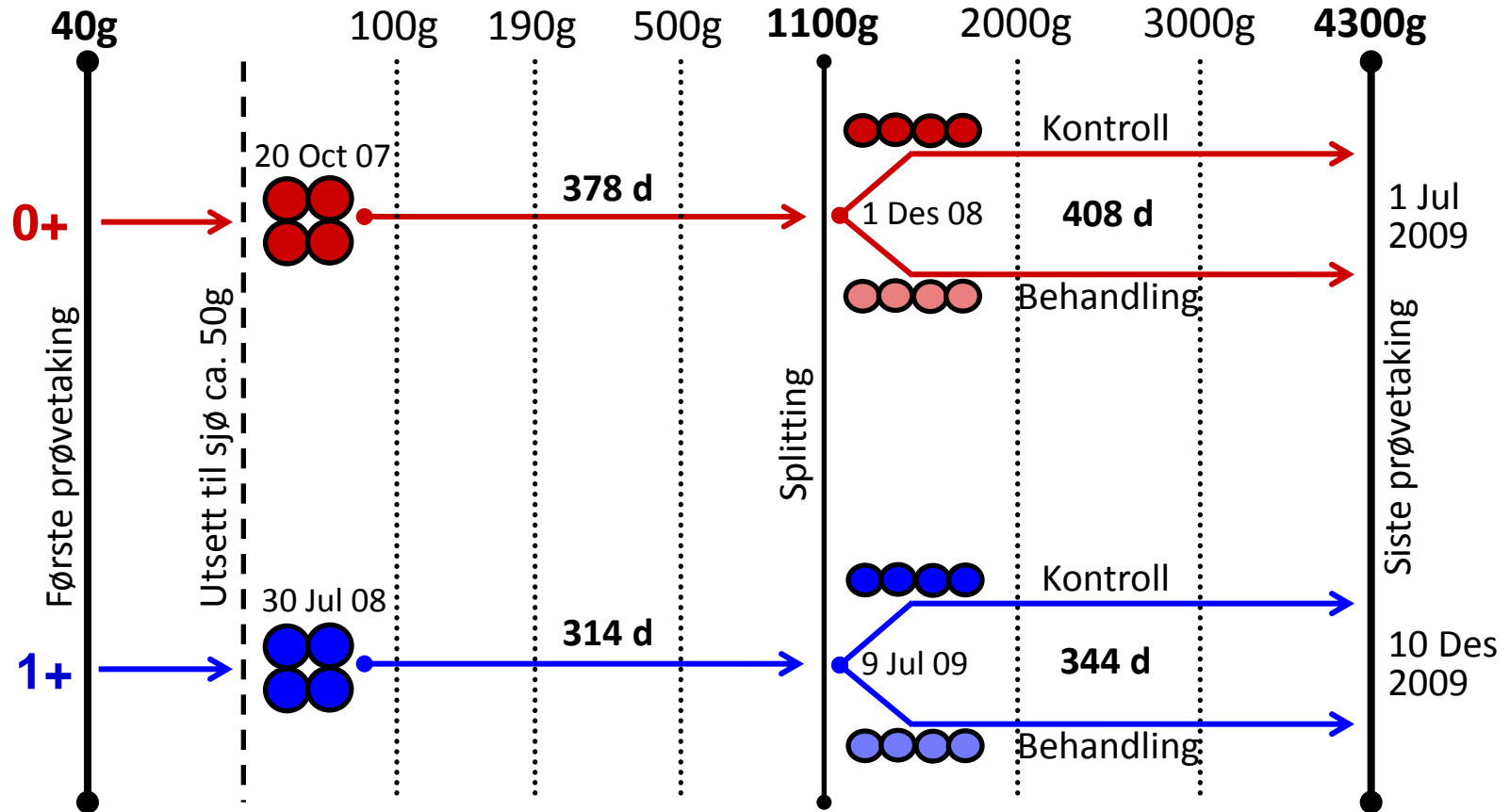


# Forsøk 2: Smolttype, sesong og måltidsreduksjon

---



# Forsøksoppsett

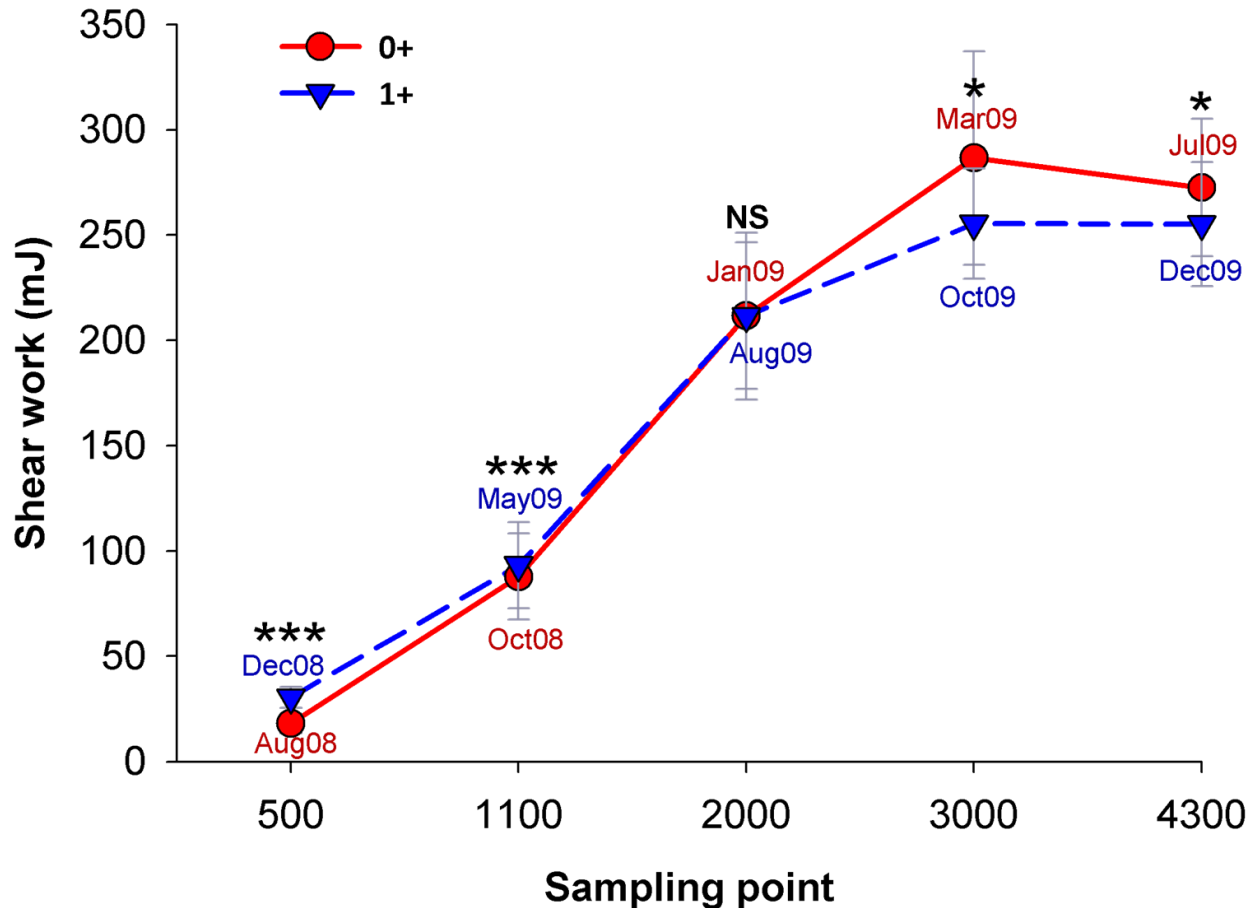


- SalmoBreed; 0+ og 1+
- Ca. 21 000 laks per merd
- Begge grupper ble lysstyrt

- Temp; 7.3°C (0+) og 8.6 °C (1+)
- Dødelighet; < 1%
- Ingen kjønnsmodning



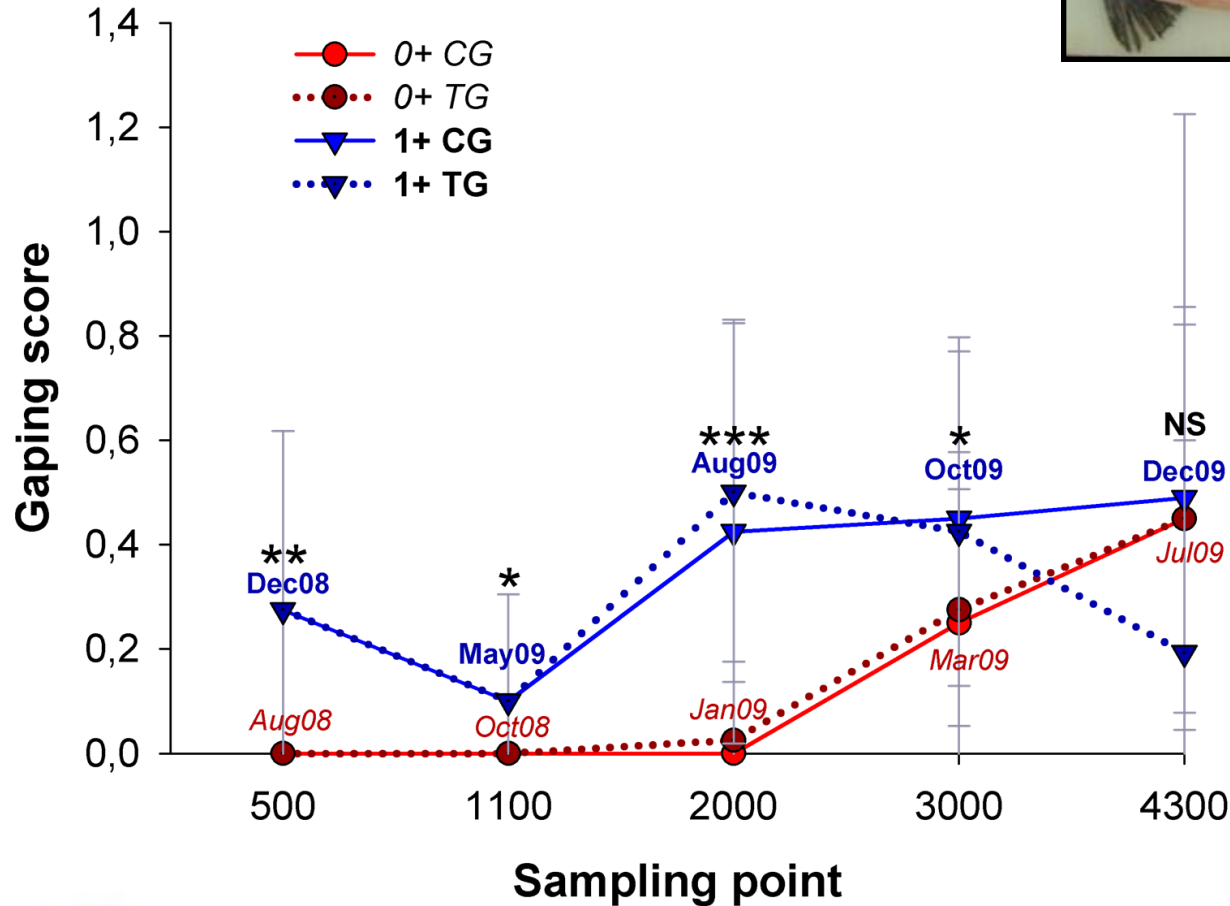
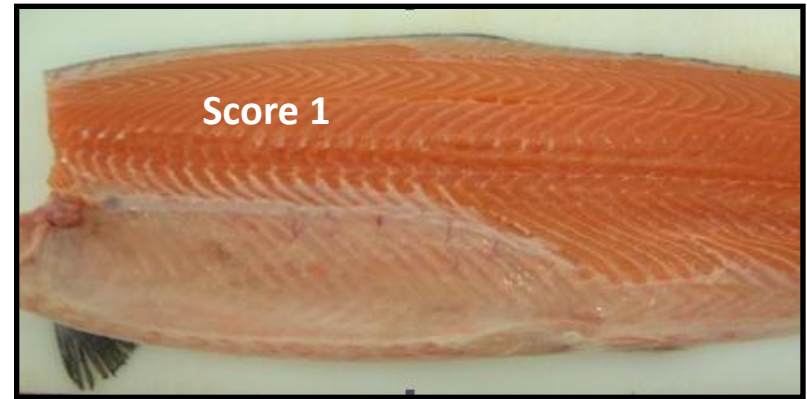
# Tekstur



- 0+ laks hadde **fastere tekstur** enn 1+ fisk
- **Sesong og smolttype** bidrog signifikant
- Ingen effekt av **måltidsreduksjon**
- **Fastere tekstur** var bl.a. forårsaket av høyere fiberantall (10%) og -tetthet (16%)



# Filétspalting (gaping)



- Generelt lite gaping (<0.5)

- Måltidsreduksjon gav mindre gaping hos 1+ laks

# Oppsummering

---

- 0+ og 1+ smolt er forskjellig mtp tilvekst, muskelfiberstruktur og kvalitet ved slakting
  - 0+ laks har lavest fettinnhold, fastest tekstur, kraftigst rødfarge og høyest andel små muskelfiber
- Nyrekruttering av muskelfiber er én av flere viktige faktorer som påvirker tekstur og filétfarge i laks
- Klar effekt av sesong og smolttype
- **Måltidsreduksjon** gir lavere fettinnhold og gaping (1+)

# Konklusjoner

---

- Både fôrets energiinnhold og fôringsregimet (rasjon og måltidsfrekvens) er effektive produksjonsverktøy for å styre sentrale kvalitetsegenskaper i laks
  - MEN valg av strategi har stor betydning for mulige negative effekter på ytelse
- Redusert måltidsfrekvens mest lovende verktøy for reduksjon av fettinnhold, og muligens også gaping
  - Måltidsreduksjon går ikke på bekostning av tilveksthastighet slik som erfart med magrere fôr og redusert fôrrasjon

# Takk til

Prosjektgruppen



## Prosjektpartnere

- Fakultet for biovitenskap og akvakultur, Universitetet i Nordland, Bodø
- BioMar AS
- Institutt for biologi og miljøvitenskap, Universitetet i Göteborg
- Gildeskål forskningsstasjon AS (GIFAS)
- Norges forskningsråd



UNIVERSITY OF  
NORDLAND



Gothenburg University

GIFAS



The Research Council  
of Norway



UNIVERSITY OF  
NORDLAND

[www.uin.no](http://www.uin.no)