

# Fôring og tekstur

oppfølging med fokus på vekstmønster, veksthastighet, sesong og innvirkning på næringsbehov, fiskehelse og produktkvalitet

**Turid Mørkøre**

# Prosjekter med fokus på tekstur

2008-2009 FHF

“Kartlegging av faktorer som påvirker teksturegenskaper i oppdrettslaks ved multivariat tilnærming”

2009-2010 FHF

“Optimalt fôr som gir fast filet”

2009-2011 FHF / NFR

“Managing texture quality of Atlantic salmon through the application of molecular and morphological approaches”

# Fôrene

- **Arginin (Arg) – *L arginin*, 1.5%**
  - Stimulerer muskeloppbygging
  - Virker inn på hormon-nivå og syntese av vekstfaktorer
  - Forbedrer oksygenforsyning til muskel
  - Forbedrer evnen til å takle stress
- **Glutamat (Glu) – *L-glutamate* 1.5%**
  - Fremmer proteinsyntese og hemmer nedbrytning
  - Fremmer sirkulasjon omsetning av fett, osmoregulering mm.
  - Tapes ved ulike typer stress
  - Brukes bl.a. til energi og utvikling av tarmceller, fremmer immunitet

**STUDY: ARGININE INCREASES IGF-1, GROWTH HORMONE FOR MUSCLE**

AUGUST 14, 2010 // 12:51 // ARTICLE BY BRIAN WILLETT



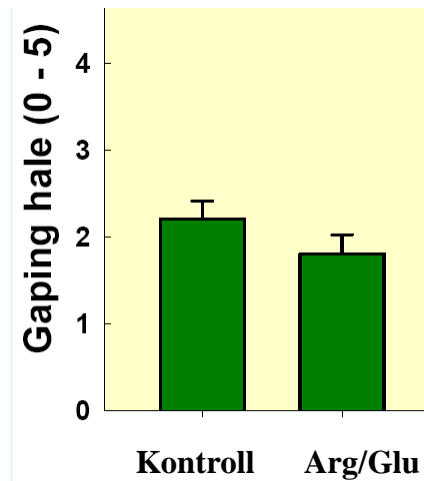
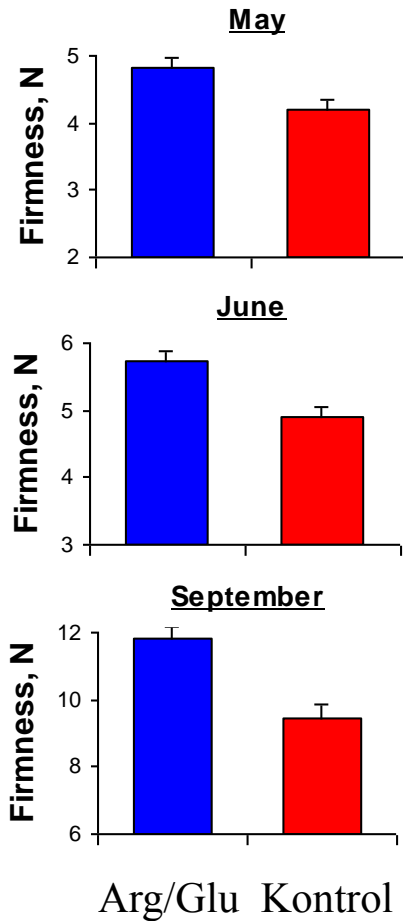
In terms of **building muscle**, it all comes down to amino acids. These molecules are the building blocks of protein and also have many other effects on one's metabolic processes. One amino acid that is of particular interest to athletes, especially those trying to build muscle, is **arginine**.

Arginine-based supplements are a staple in the stashes of many strength-training athletes and power lifters, thanks to their proven effectiveness and beneficial effects

Komponentene er kjente ingredienser i ”andre” muskelbyggermiljøer

# Fasthet i filet

## - resultater fra forsøk 2008



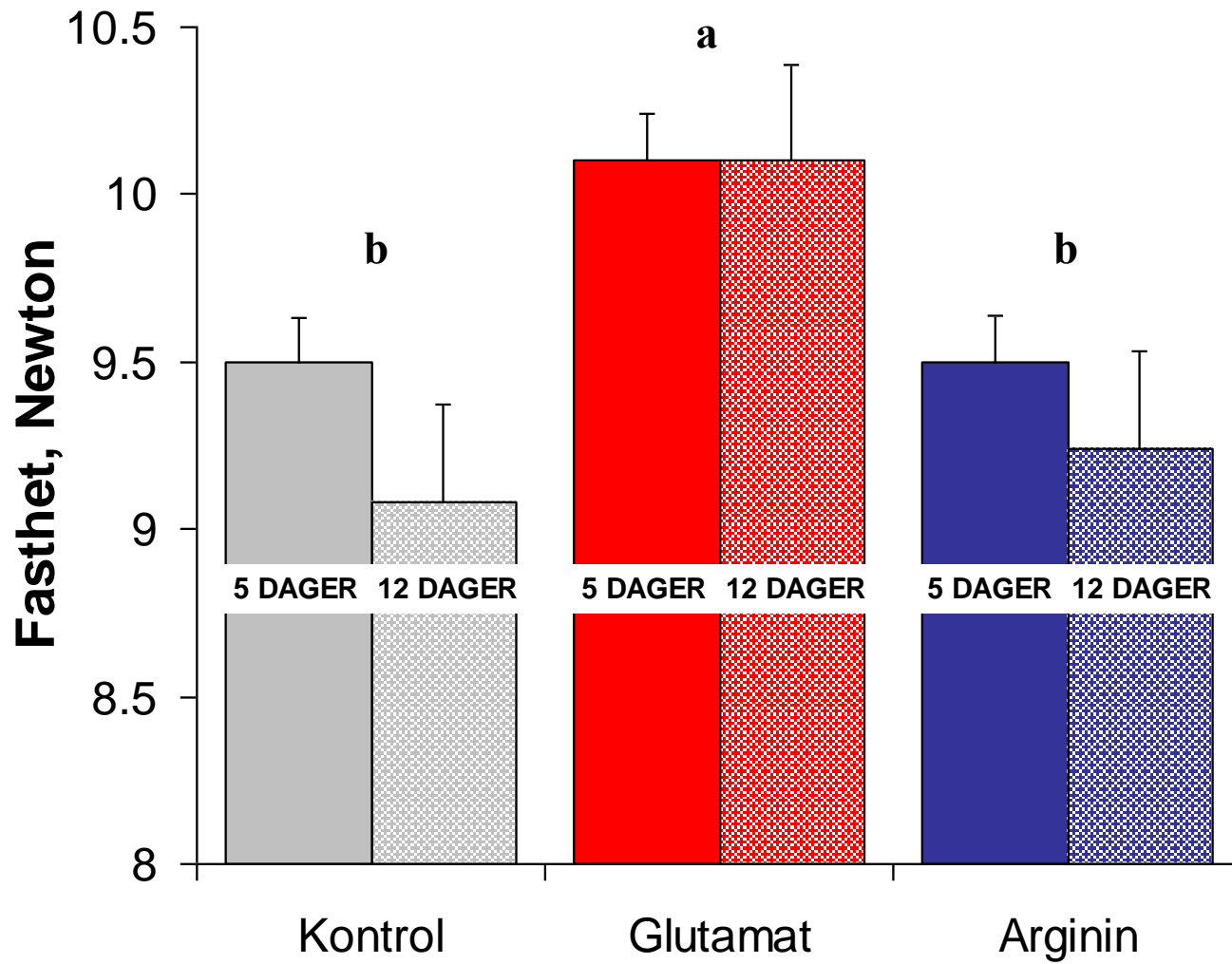
# Konklusjon fra forsøket 2008

- **Ernæringsmessig ubalanse ser ut til å gi bløtere tekstur**
- **Vi må ha en helhetlig tilnærming for å forstå årsakssammenhenger for teksturvariasjoner**

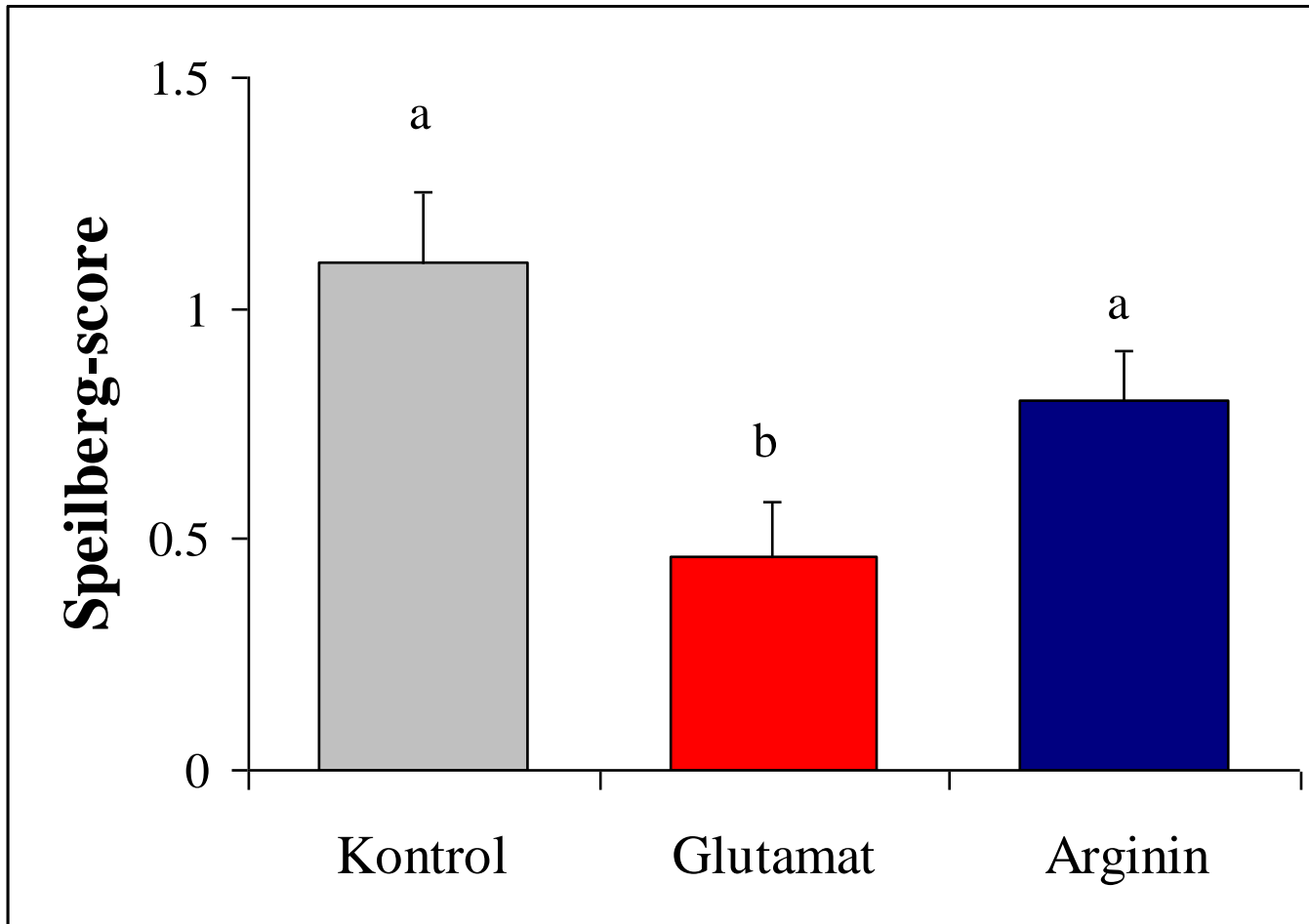


”...fullt og helt, og ikke stykkevis og delt”

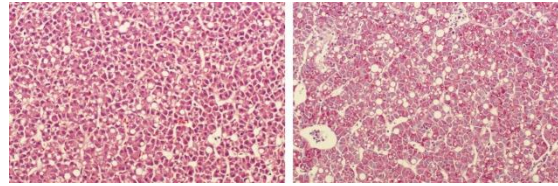
# Teksturmålinger mai 2010



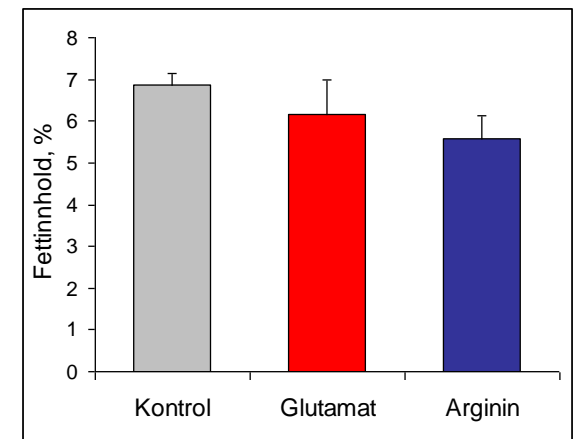
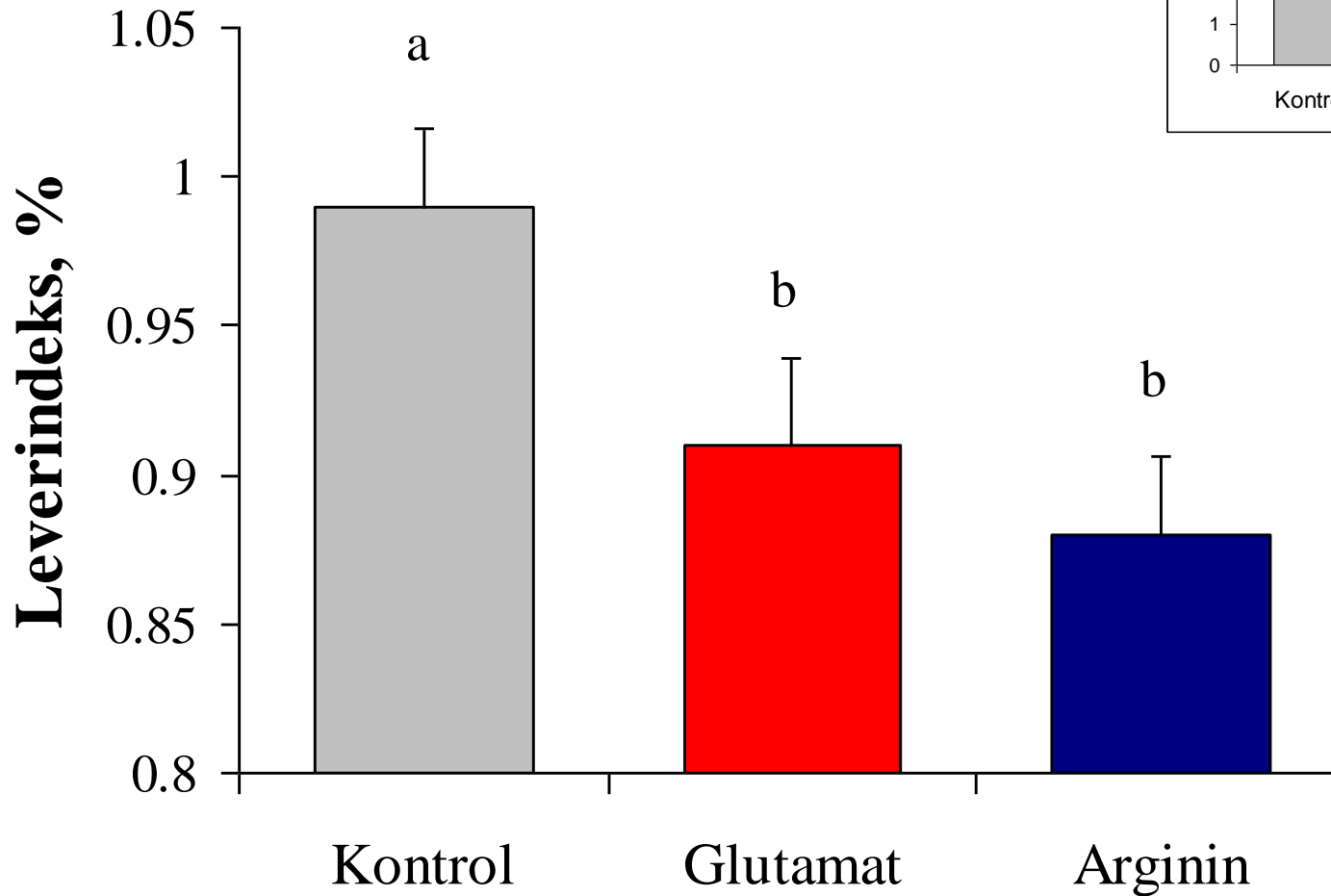
# Sammenvoksningsorganer



# Lever

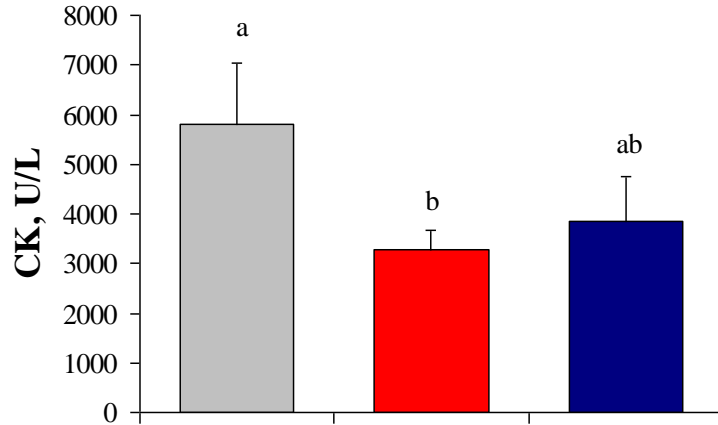


*Avvik fra normalstruktur: Vakuolisering i lever*



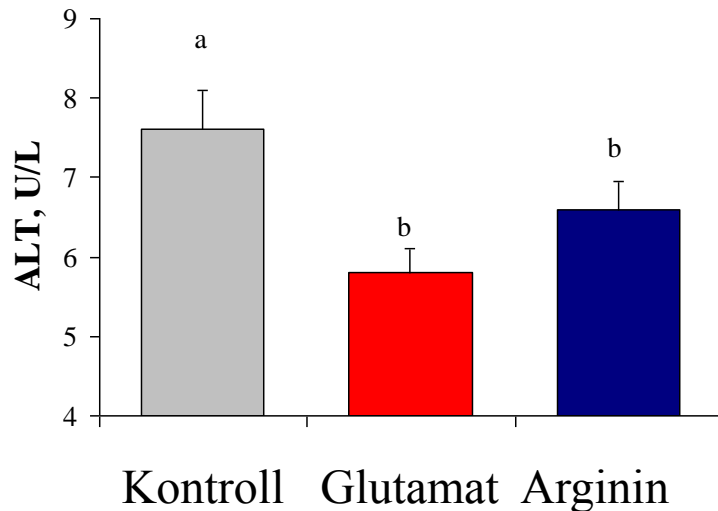


# Plasmaanalyser



## CK, kreatinkinase

- enzym som finnes i muskelvev og som spalter kreatinfosfat
- **stiger ved muskelskade**



## ALAT, alaninaminotransferase

- enzym som er virksomt i aminosyrestoffskiftet
- **stiger ved skade eller irritasjon av levervev**

# Konklusjon 2010

- Teksturen i laksefilet påvirkes av mange faktorer der fôret synes å spille en viktigere rolle enn tidligere antatt
- Det er mulig å forbedre teksturen ved å justere aminosyreprofilen i fôret
- Aminosyrene glutamat og arginin ga helsemessige gevinster, og disse var sammenfallende med fastere tekstur
- Gevinst ved tilskudd av aminosyrer kan variere gjennom året / fôrformulering
- Optimalt nivå, varighet og alternative fôrkilder bør vurderes

# Prosjektene



K. Prytz, K. Maroni



**Marin:** T. Mørkøre, T. Larsson, B.F. Terjesen, K-A. Rørvik m.fl.  
**Mat:** E. Veiseth-Kent



M. Espe



A. Aunsmo



**Fiskeri og Havbruk:** U. Erikson, I.B. Standal

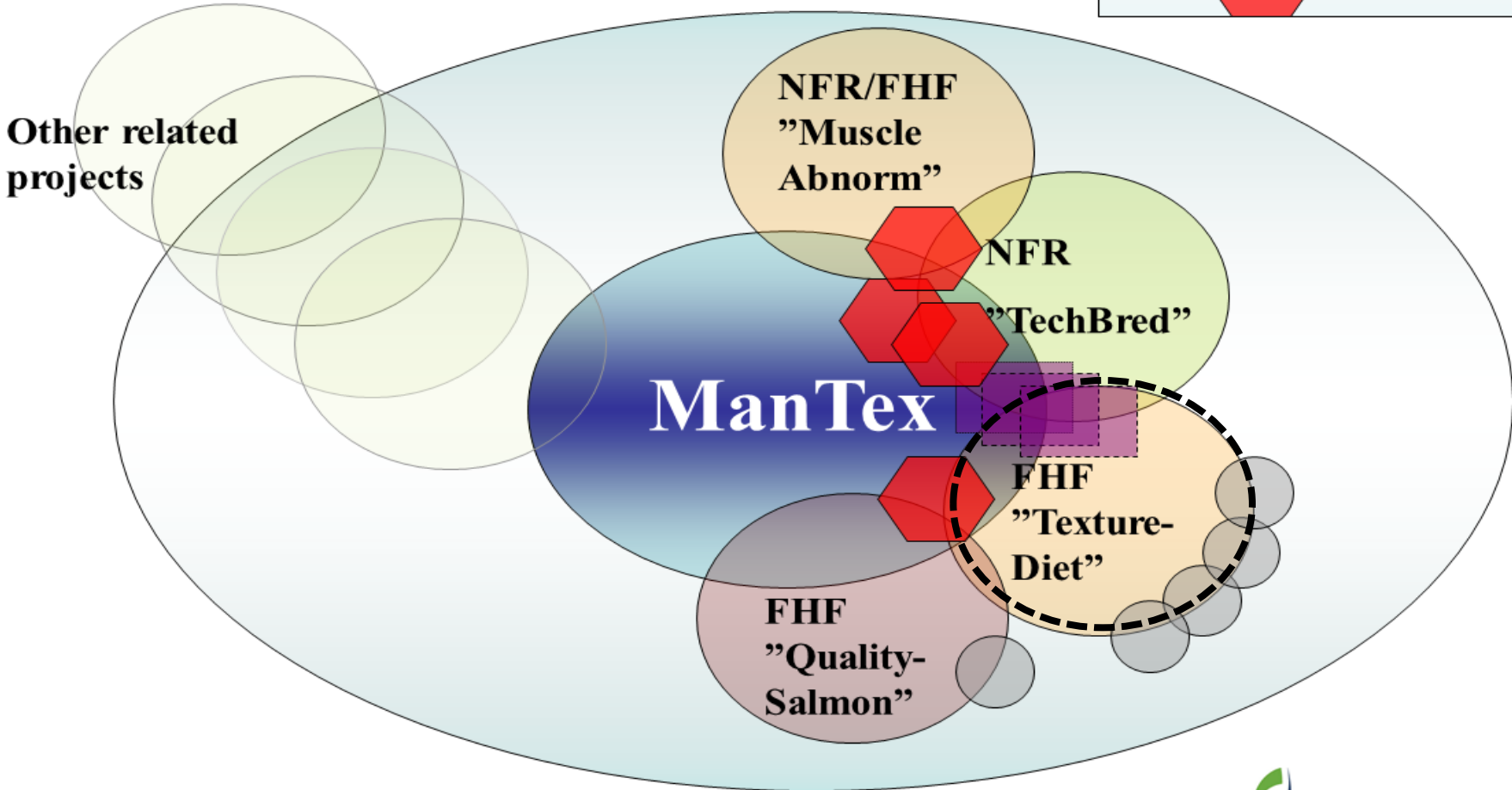
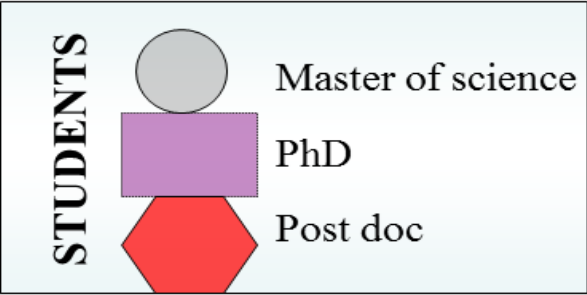


Norges veterinærhøgskole

E.O. Koppang



**IHA:** D. Bahuaud, M. Thomassen



**TEXTURE UNIVERSE**

# 13 Nationalities

1. Norway
2. Sweden
3. Faroe Islands
4. Spain
5. France
6. Germany
7. Greece
8. Iran
9. Pakistan
10. China
11. Nepal
12. Australia
13. Russia



- **Publications and presentations in the project**
- **Managing texture quality of Atlantic salmon through the application of molecular and morphological approaches**
- **Popular scientific articles**
- 2009. Mørkøre, T., Prytz, K. Lav temperatur og fôrstyrke gir bløt filet. Norsk Fiskeoppdrett, 74-76. (utvalgte resultater fra prosjektet presentert)
- **Book chapters**
- 2010. Bahauad, D., Mørkøre, T., Østbye, T.K., Torstensen, B., Veiseth-Kent, E., Ruyter, B., Ofstad, R., Thomassen, M.S. Atlantic salmon (*Salmo salar*) flesh quality. Role of lysosomal cathepsins B and L in muscle degradation. In Salmon: Biology, Nutrition and Consumption. Editors P. Lacopo and M. Riemma, Nova Publishers.
- **Master thesis**
- 2010 Latif, M.S., 2010. Influence of nutritional factors on muscle development and texture of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). I vivo and In vitro studies. Master thesis 60 credits. Norwegian University of Life Sciences, Department of Animal and Aquaculture Sciences..
- 2010 Rahnama, B., 2010. Dietary impact of growth and quality of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Master thesis 60 credits. Norwegian University of Life Sciences, Department of Animal and Aquaculture Sciences.
- **Abstracts/ presentations, International**
- 2010. Krasnov, A., Castro, V., Afanasyev, S., Larsson, T., Mørkøre, T., Takle, H., 2010. Development of oligonucleotide microarrays and bioinformatic systems for aquaculture research. Assessment in studies on exercise physiology of Atlantic salmon. FitFish Workshop on the swimming physiology of fish. Barcelona 3-4 July.
- 2010 Bahuaud, D., Mørkøre, T., Østbye, T.K., Ruyter, B., Veiseth-Kent, E., Ofstad, R., Thomassen, M.S. Role of lysosomes and cathepsins in fish flesh degradation. BIT 3rd World Congress of Industrial Biotechnology 2010. Dalian Municipal Party Committee Hotel, Dalian, China, 25-27 July 2010. D China
- **Abstracts/ presentations, National**
- 2010 Østbye, T.K., Veiseth-Kent, E., Ofstad, R., Landsverk, T., Røra, A.W.B., Bæverfjord, G. Bruk av molekylære verktøy for å avdekke underliggende årsaker til teksturvariasjoner i oppdrettslaks. Programkonferansen HAVBRUK 2010. Trondheim, 19.-21. april 2010.
- 2010 Bahuaud, D., Mørkøre, T., Mørkøre, T., Torstensen, B., Veiseth-Kent, E., Ofstad, R., Thomassen, M.S. Role of lysosomes and their cathepsins B and L in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) muscle structure integrity, texture and final quality. Programkonferansen HAVBRUK 2010. Trondheim, 19.-21. april 2010.
- 2010 Mørkøre, T., Espe, M, Veiseth-Kent, E., Terjesen, B.F., Erikson, U., Koppang, E. O., Rørvik, K-A. Bred kartlegging av faktorer som påvirker teksturegenskaper i oppdrettslaks ved multivariat tilnærming. Programkonferansen HAVBRUK 2010. Trondheim, 19.-21. april 2010.
- 2010 Larsson, T., Kolsad, K., Krasnov, A., Bahuaud, D., Mørkøre, T. Bruk av molekylære verktøy for å avdekke underliggende årsaker til teksturvariasjoner i oppdrettslaks. Programkonferansen HAVBRUK 2010. Trondheim, 19.-21. april 2010
- **Other Publications**
- 2010 Mørkøre, T. Kvalitet i oppdrettslaks. Salmar Frøya september 2010.
- 2010 Mørkøre, T. Kvalitet i oppdrettslaks. Kvalitets Møte innen strategiområdet "Produksjon, fiskevelferd, teknologi og miljø" i NCE Aquaculture. Dønna, onsdag 8. og torsdag 9. september
- 2009. Mørkøre, T. Faktorer som påvirker tekstur i oppdrettslaks. Fagmøte, FHF, Trondheim
- 2009. Mørkøre, T. Tekstur i laks. En oversikt over forskningsaktiviteter. Samling i Fileforum Laks. Rica Hell Hotell 17. juni
- 2009. Mørkøre, T. S. Møte i Nofima Hotell Opera 14/5-2009
- 2009. Mørkøre, T., Røra, A.W.B. Tekstur i laks. Pågående aktiviteter og vinkling. WorkShop Nofima Mat.
- 2009. Mørkøre, T. Fish processing. Universitetet for Miljø og Biovitenskap
- 2009. Mørkøre, T. Quality problems in salmon farming, Universitetet for Miljø og Biovitenskap
- 2009. Mørkøre, T. Kvalitet fra avl til gaffel. Kartlegging av kvalitetsavvik i laksefilet og tiltak for å hindre avvik som melaninflekker, fargeavvik og bløt tekstur. Fileforum laks, Gardermoen 20. oktober.
- 2009. Mørkøre, T. Molecular tools for determining factors affecting texture. Work Shop Nofima Mat
- 2009. Mørkøre, T. Tekstur i oppdrettslaks. Betydning av fôr og fôring. Biomarin Industriseminar. Thon Bergen Airport Hotel 1.-2. desember.
- **Methods**
- Method using cell studies to determine impact of nutrition on muscle cell development/ predict texture development in salmon using cell model systems (Nofima Marin)
- Molecular tool (Microarray) for defining critical underlying factors affecting texture development in salmon muscle (QualityChip, Nofima Marin).
- Key muscle regulatory factors/ molecular markers (Nofima Marin & Veterinary highschool)
- Methodological techniques for connective tissue analyses (CSIC, Madrid)
- Proteomics as a research tool for determining variation i texture of salmon muscle (Nofima Mat)
- Enzyme analyses in samples from muscle and cell culture studies and inhibitors (Post doc – D Bahuaud, UMB)
- Image analyses to determine muscle structure characteristics in histology samples (Havforskningsinstituttet).
- Immunohistochemical characterisation for defining molecular markers for texture deviations (Nofima)
- **Patent**
- Improved fillet quality of farmed fish using bioactive amino acids. Provisional patent application

# Fullt røk på publisering

# Populærvitenskaplig

# Vitenskaplig

# OSV





# Info fra prosjektet på nettet 2011



<http://www.thefishsite.com/fishnews/14390/protein-supplements-give-firmer-fillet>

<http://www.nofima.no/marin/en/nyhet/2011/03/protein-supplements-give-firmer-fillet>

<http://www.sea->

[world.com/fis/worldnews/search\\_brief.asp?l=e&id=41102&ndb=1&monthyear=&day=&country=0&df=1](http://www.worldnews/search_brief.asp?l=e&id=41102&ndb=1&monthyear=&day=&country=0&df=1)

[http://www.fishupdate.com/news/fullstory.php/aid/15041/Protein\\_supplements\\_91provide\\_firmer\\_salmon\\_fillets\\_92.html?utm\\_source=twitterfeed&utm\\_medium=twitter](http://www.fishupdate.com/news/fullstory.php/aid/15041/Protein_supplements_91provide_firmer_salmon_fillets_92.html?utm_source=twitterfeed&utm_medium=twitter)

<http://fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?monthyear=3->

[2011&day=11&id=41118&l=e&country=0&special=&ndb=1&df=0](http://fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?monthyear=3-2011&day=11&id=41118&l=e&country=0&special=&ndb=1&df=0)

<http://organizedwisdom.com/protein-supplements-provide-firmer-salmon-fillets/4151850/nxi/med>

<http://www.fis->

[net.com/fis/worldnews/worldnews.asp?monthyear=&day=11&id=41118&l=e&special=&ndb=1%20target=](http://www.fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?monthyear=&day=11&id=41118&l=e&special=&ndb=1%20target=)

<http://www.socalfishfarm.com/blog/protein-supplements-give-firmer-fillet/>

<http://www.aquafeed.com/read-article.php?id=3804&sectionid=1>

<http://theaquaculturists.blogspot.com/2011/03/firmer-fillets-from-healthier-salmon.html>

[http://wales-local.co.uk/naturalhealthnews/protein-supplements-give-firmer-fillet\\_10363526P24s\\_Mar2011.html](http://wales-local.co.uk/naturalhealthnews/protein-supplements-give-firmer-fillet_10363526P24s_Mar2011.html)

<http://theaquaculturists.blogspot.com/>

<http://www.megafishnet.com/>

<http://www.cofpaa.com/index.php>

<http://www.gransking.fo/Default.aspx?pageid=2288&NewsItemID=9275>

<http://www.fishnewseu.com/latest-news/world/5400-protein-supplements-provide-firmer-salmon-fillets.html>

<http://www.forskning.no/artikler/2011/mars/281890>

<http://www.mylder.no/tips/10294577/Proteintilskudd+gir+fastere+filet>



**[www.fhf.no](http://www.fhf.no)**

# Strategisamling Trondheim november 2010

## *Gruppe 1*

- Lerøy Seafood Group
- Marine Harvest
- NordLaks
- Hofseth International
- Ferdigmat AS
- BioMar
- Fiskaaling
- Høgskolen i Bodø
- Nofima
- FHF

# FHF bør satse videre innen feltet: "Fastere filet"

## BLØT FILET :

- Et tapssluk for verdikjeden
  - Oppdretter
  - Salgsledd
  - Marked
  
- Selv små forbedringer gir stor gevinst
  - Økonomisk
  - Omdømme

# «Vi har tro på»

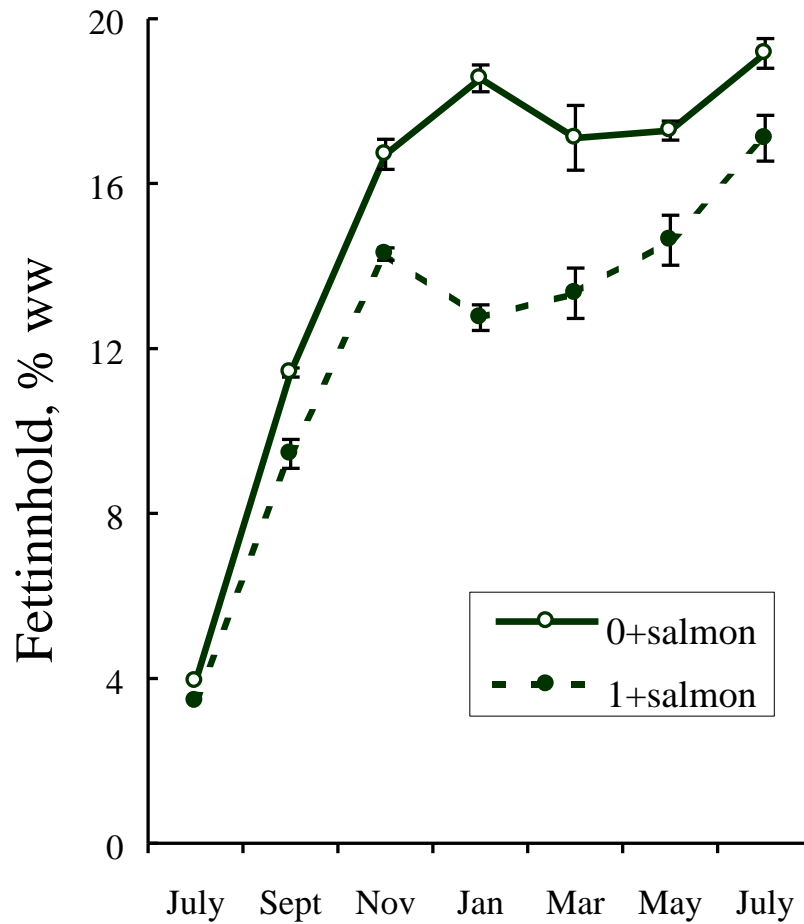
- Større fokus på sesongbasert fôring
  - I takt med fiskens biologiske klokke
  - Avhengig av årstid og geografisk lokalisering (lystimer og temperatur ↓↑)
  - Ha fokus på å optimalisere protein:energi forholdet i fôret gjennom året for ulike geografiske lokaliseringer
  - Forbedre høstkvaliteten
    - Øke tilgjengeligheten av ”effektive” proteiner (nivå / typer fôrprotein)
    - Sikre høy mineralisering, enten i forkant av og/eller under spurtveksten
    - Øke deponering av EPA, DHA i filet

# HØSTEN

**En tilbakevendende utfordring**

**Hva kjennetegner høsten**

# Fettinnhold- sesongvariasjoner

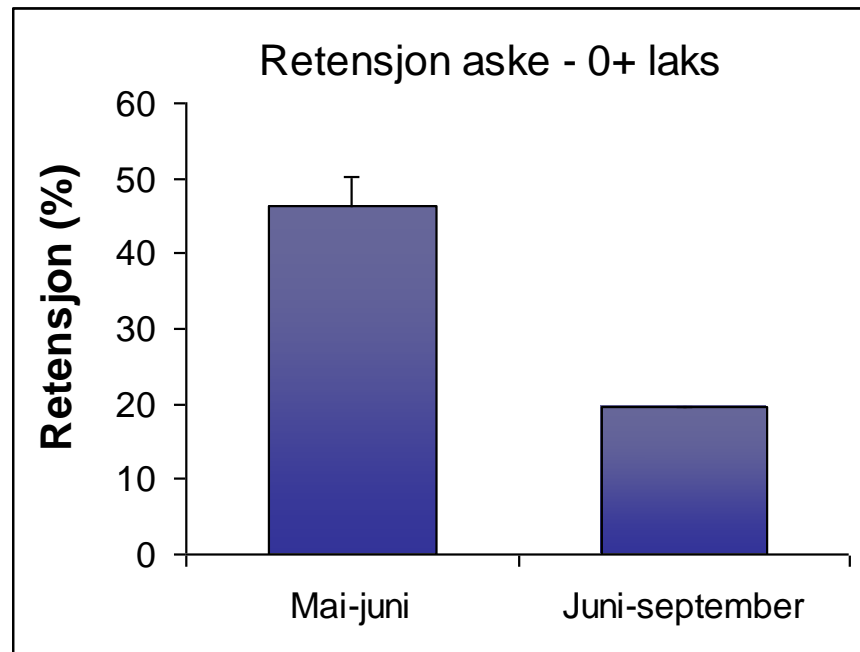
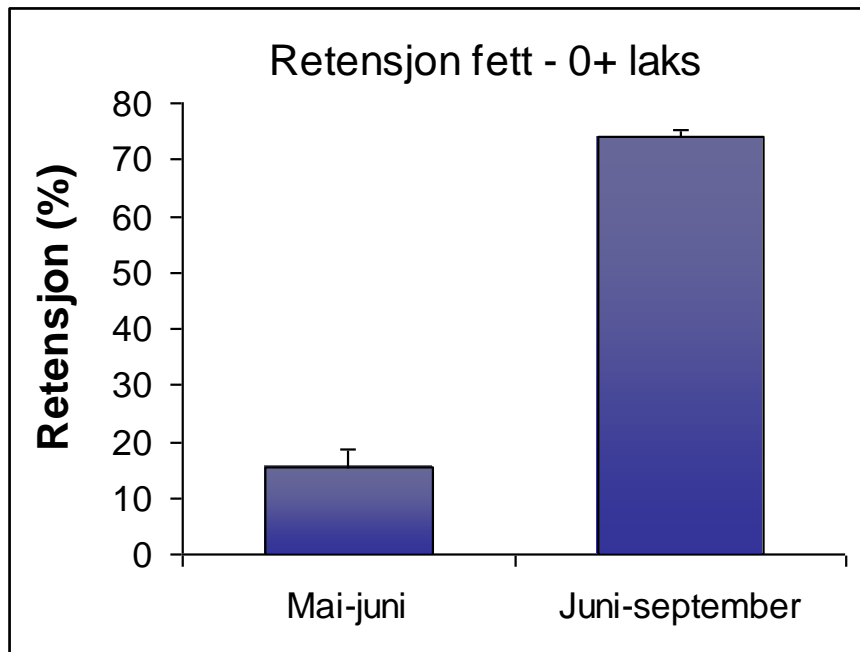


*Mørkøre & Rørvik 2001*

# Laksen programmert til å deponere fett om høsten

## Proteinretensjonen lavere om høsten

## Mineralretensjonen lavere om høsten

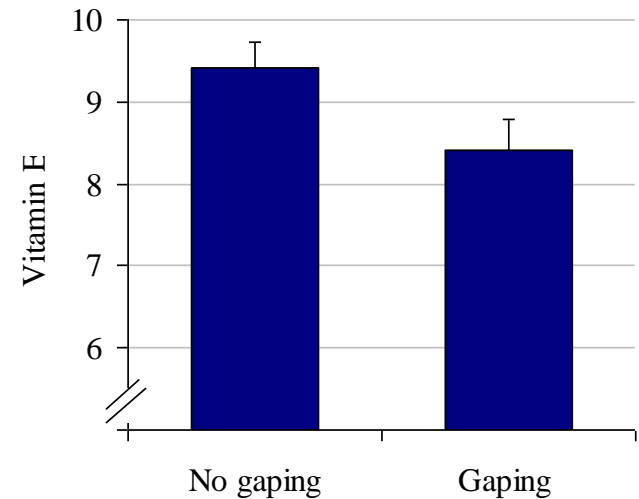
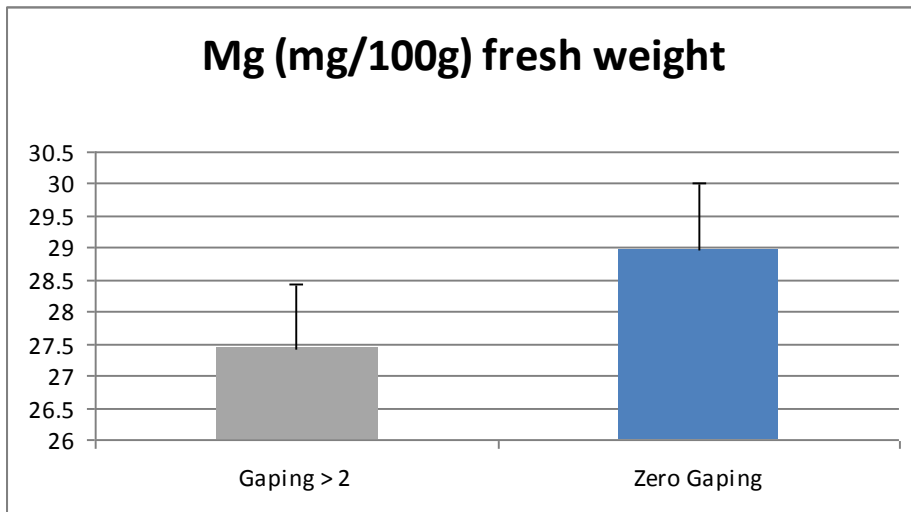
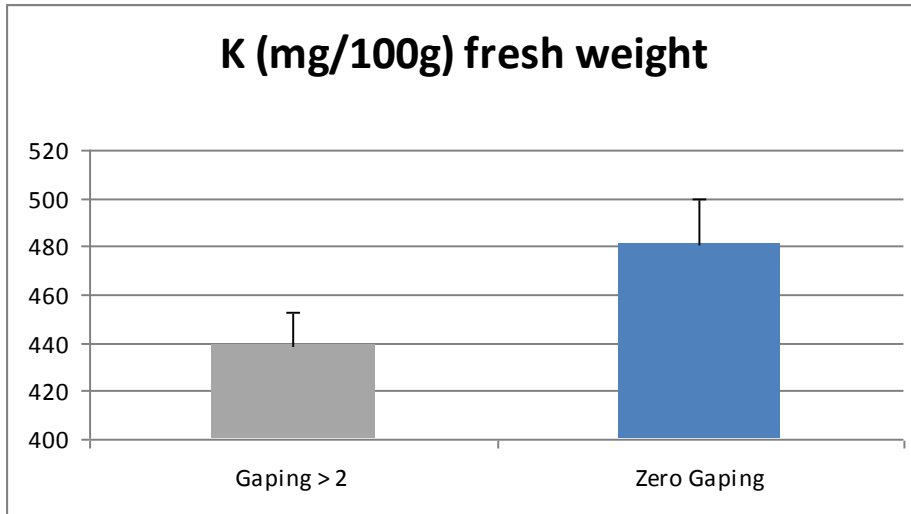


Dette mønsteret gjelder for relativt mager laks inn i høsten. Om dette er så markert for større og feitere fisk, vet vi ikke

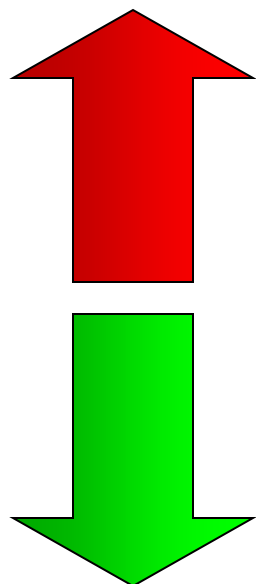
*Alne m.fl. 2010*

# Laks med filetspalting

*Lavt nivå av vitamin E, selen, sink, kalium og magnesium*







Fast tekstur

Aerob metabolisme  
Energi fra fettsyrer  
Rask nedbrytning av ødelagte proteiner

Anaerobic metabolisme  
Energi fra Aminosyrer

Bløt tekstur

**Laks med bløt tekstur brukte protein som energikilde**

G  
e  
n  
u  
t  
t  
r  
y  
k  
k

- Bløt tekstur om høsten

- Laks med bløt tekstur om høsten brukte protein som energikilde (balansen forskjøvet over mot protein heller enn fett)
- Laksen er ”programmert” til å deponere fett om høsten
- Lavere protein og mineralretensjon om høsten
- Tilskudd av aminosyrer om høsten ga fastere tekstur
  
- Laks i nord går inn i høsten med lave fettlagre
- Laks i nord responderer med kompensasjonsvekst og betydelig fettakkumulering
  
- Bløt tekstur pga eksplosiv vekst *per se* ?
- Hva med ernæringsstatus / behov i slike perioder ?
- Kan et høyere innhold av fett i filet ved inngang til høsten være positivt for tekturen ?

# Store årstidsvariasjoner i kvalitet

- Hva betyr høstspurten for teksturen ?
  - Hva betyr utgangspunktet / energistatus til fisken ved inngangen til høsten for
    - Vekstmønsteret
    - Fettakkumulering
    - Teksturen
- } For å få svar på dette må vi **starte tidlig**
- Klarer vi å simulere vekstmønsteret til laks i
    - Nord (for eksempel Finmark)
    - Sør (for eksempel Hordaland)

# Relevante spørsmål knyttet til fôr & fôring

---

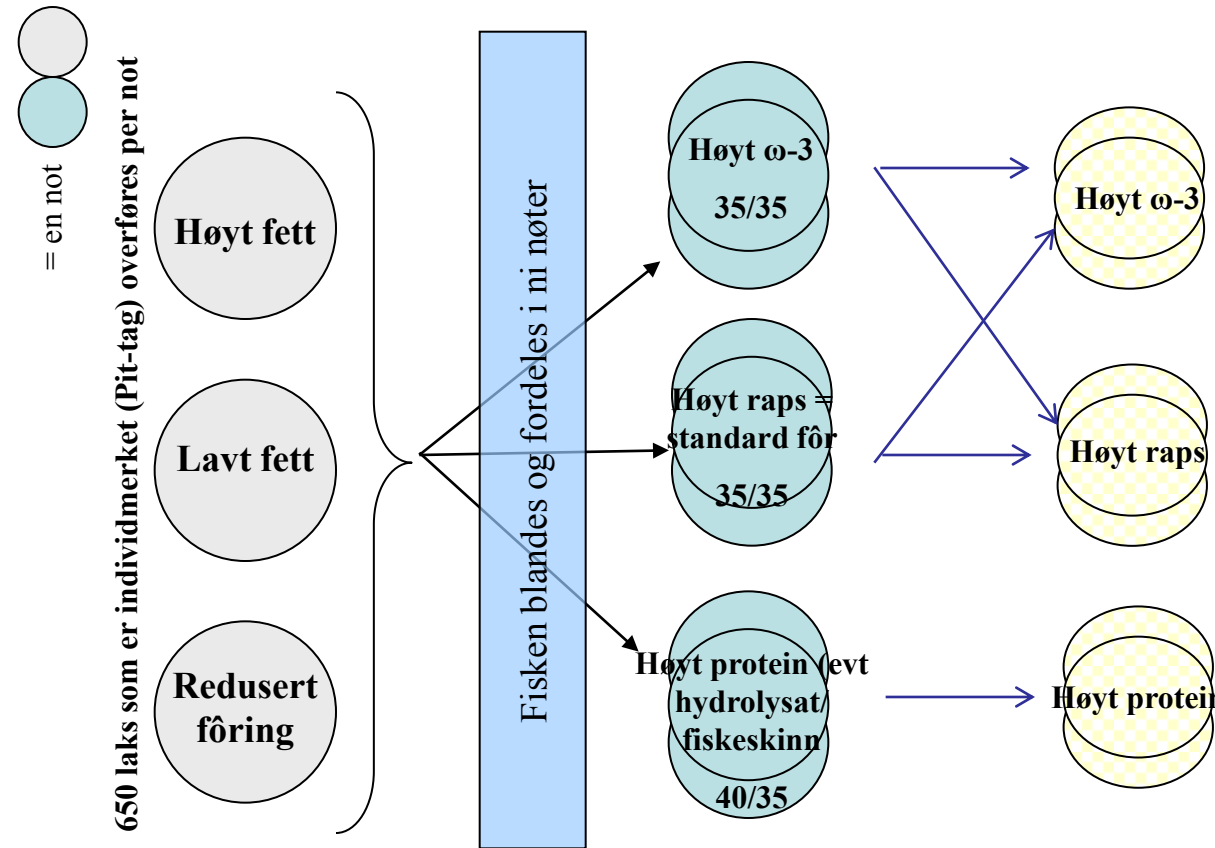
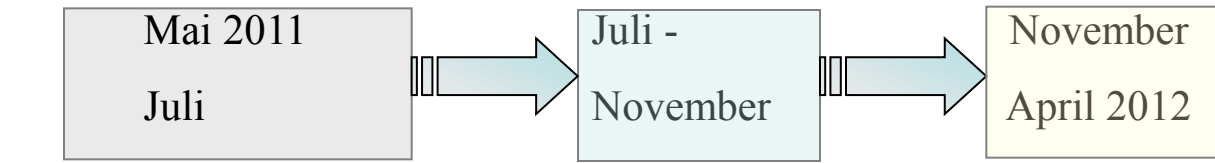
## Kan / bør vi

1. Styre laksens energistatus ved inngangen til høsten ?
2. Forbedre teksturen ved å bruke fôringredienser som er naturlig rike på gunstige aminosyrer evt andre komponenter ?  
-----
3. Utnytte vår kunnskap om årstidsavhengig fettdeponering til å oppnå økt omega-3 utbytte

Forsøksoppsett som i størst mulig grad ivaretar momentene som kom opp i gruppearbeidet

# Hva lærer vi

2010-vårsmolt som er lysstyrt gjennom vinteren



## Generelt

Hva betyr energinivået i fisken ved inngangen til høsten for tilveksten (simulert geografisk gradient)

Hva betyr vekstmønsteret for teksturen

Hva betyr fettlageret i fileten ved inngang til høsten for teksturen

Hva betyr fiskens "historie" for retensjon av næringsstoffer

Hva betyr retensjonen av næringsstoffer for kvaliteten og helsen

## Høyt nivå av marin olje

$\omega$ -3 utbytte om høsten. Kan vi sikre et høyt  $\omega$ -3 nivå i laksen ved å gi den et spesialfôr om høsten. Har  $\omega$ -3 nivået betydning for helse og kvalitet (tekstur, farge, fettslipp)

## Høyt nivå av rapsolje:

Kontrollgruppe/ standardfôr med høyt innhold av rapsolje (ca 70% av fett i fôret)  
Protein ca 35%, fett 35% av fôret (standard)

## Høyt protein:

Er et høyt proteininnhold om høsten til stor laks bra for filetkvaliteten og helsen. Er gevinsten avh av fiskens "historie"/ behovet avh av energidepot, vekstmønster

Produsere fisk med ulikt utgangspunkt ved inngang til høsten. Høyt fett, lavt fett og et godt potensial for spurtvekst

Individmerket fisk fra alle nøtene individmerkes og blandes. Kjennskap til historien til hver enkelt fisk gjør at vi kan spore tilbake årsaker til evt variasjoner ved slakt

Fisken får 2 fôr med standardnivå av fett og protein (35/35). Fettkilden av disse er hhv 100% marin og 70% raps+30% marin. Det tredje fôret har høyt nivå av protein (evt hydrolysat rikt på arginin og glutamat)

Den siste perioden (nov-april) blandes fiskegruppene

Et slik oppsett vil gi oss  
**MYE NY KUNNSKAP !**

# Takk for oppmerksomheten !