

# Tekstur i oppdrettslaks

Nye funn tyder på at vi har funnet en viktig årsak til bløt filet.

Turid Mørkøre

# Deltakere, bidragsytere



Salmobreed



EWOS®



Norges veterinærhøgskole



# Bred tilnærming



# Teksturprosjektene

## Filetspalting – gaping

Spalting bedømmes i tre soner på fileten, rygg, buk og hale. For å fremprovosere spalting skal filetene balastes ved å brette den med en bestemt kraft. Start i nakke-regionen og brett ryggstykket sideveis slik som det er vist på bildet. Fortsett deretter langs fileten på samme måten bakover til an kommer til halen. Gjenta tilsvarende for bukstykket. Bedøm deretter grad av spalting/gaping ved å sammenligne med bildene.



## Bedømmelse av spalting score tabell:



Score 0



Score 1



Score 2



Score 3



Score 4



Score 5

## Metodeutvikling

- Industristandard
- Bildeanalyse, histologi
- Genuttrykk
- Bindevevsanalyser
- «Fôring» av muskelceller

## Studenter

- Master X 7
- PhD X 2
- Post-doc X 4



# Aminosyrer i fôr

## 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”

# ”Optimalt fôr som gir fast filet” 2009 - 2010

- Kan tilskudd av aminosyrene glutamat eller arginin gi fastere filet og redusert filetpalting
- Undersøke årsakssammenhenger mellom bløt filet og fysiologiske, helsemessige, morfologiske og biokjemiske parametere.

**Nofima – Nifes – NVH – Sintef – UMB  
FHF**

- Forsøket gjennomført på Averøy
- Fisk fra SalMar

# Fôrene 2009 - 2010

- **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



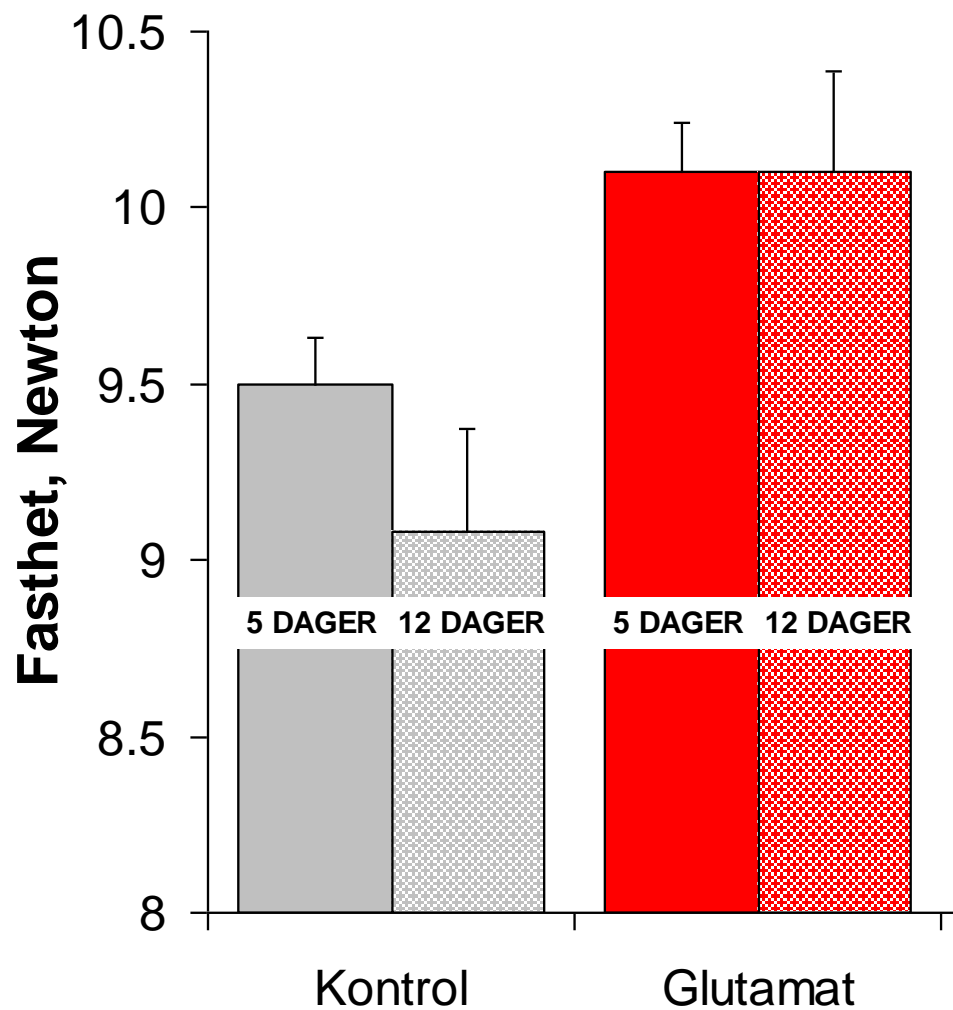
In terms of **building muscle**, it all comes down to amino acids. These molecules are the building blocks of protein and also have many other effects on one's metabolic processes. One amino acid that is of particular interest to athletes, especially those trying to build muscle, is **arginine**.

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

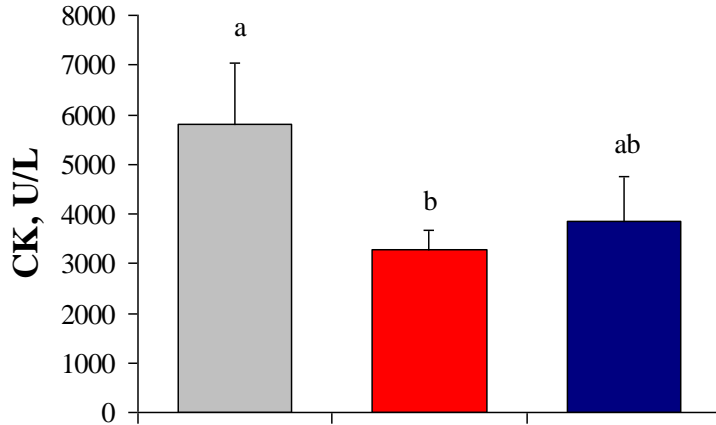
Komponentene er kjente ingredienser i ”andre” muskelbyggermiljøer



# Teksturmålinger mai 2010

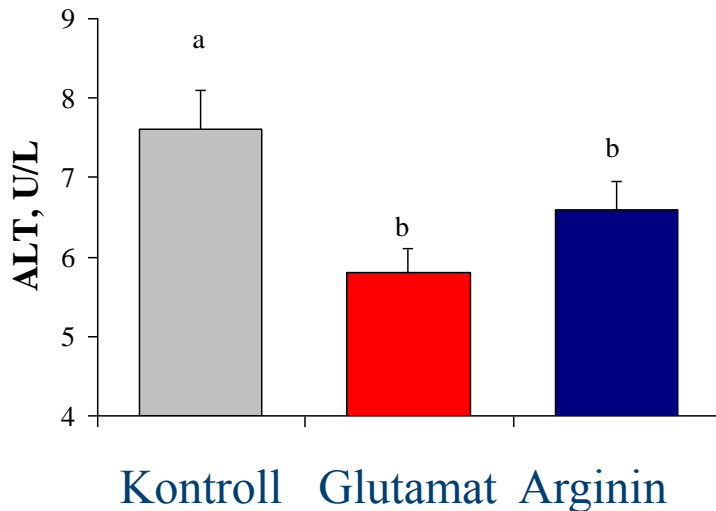


# Plasmaanalyser



## 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

- Fôret spiller en viktigere rolle enn tidligere antatt
- Ubalanse i stoffskiftet som forbedres ved tilsetning av spesifikke aminosyrer
- Aminosyrene glutamat og arginin ga helsemessige gevinster som var sammenfallende med fastere tekstur
- Fôret påvirker stresstoleranse. En robust laks tåler mye handling og tekturen er stabil

# Presentasjoner 2011

## se [fhf.no](http://fhf.no) & [nofima.no](http://nofima.no)



### Förtilskudd gir frisk laks med fast filet

Tilskudd av spesifikke fôrkomponenter gir fastere filet og tillegg helsegevinst for laksen. Dette viser en nylig avsluttet fôringsstudie med laks som fikk et kommersielt fôr med ekstra tilsetning av aminosyrene arginin eller glutamat.

Norsk oppdrettslaks har gjort over god kvalitet, men avvik slik som bløt tekstur forekommer. Kvaliteten påvirkes gjennom hele verdikjeden og resultatet fra tidligere forskning tyder på at bløt tekstur til en viss grad henger sammen med metabolske avvik, slik som forstørret lever.



Glutamat og arginin er naturlige aminosyrer som kan gi et mer utviklet og helsefremmende effekt hos dyr og mennesker. Det overordnede formålet med studien var å undersøke om fôr med arginin eller glutamat kan forbedre teksturen av oppdrettslaks. I tillegg ønsket vi undersøke om bløt filett kan legges til nedre leverfunksjon eller andre avvik, og om det innhelt av aminosyrene ville ha en positiv effekt på tekstur.

**Tekstur**  
Teksturanalyser i september og desember viste at laksen som fikk fôrtilsetning hadde fastere tekstur enn kontrollfisk. I januar ble laksen vurdert å være trygg i forbindelse med slakt og utdelt. Resultatene viste at tregning, fôrtilsetning, riggføring og pinnproduksjon ved lagring. Laksen som fikk glutamatfôr borte det høyeste pinn-innhold i muskelen og teksturen i laksen fra begge

### Förtilskudd gir friskere og fastere laks

Tilskudd av visse fôrkomponenter gir fastere filet og tillegg helsegevinst for laksen. Dette viser en fôringsstudie der oppdrettslaks fikk standardfôr med ekstra tilsetning av aminosyrene arginin eller glutamat. Et ballansert fôr som er tilpasset laksens behov i alle livsfaser danner grunnlaget for god helsestand, og derav følger god kvalitet.

#### En Tross Hånsen Rør og Rasmus Pørr FHL

**Fastere filet i norsk laks**  
Norsk oppdrettslaks har gjort over god kvalitet, men avvik slik som bløt tekstur forekommer. Nofima har sammen med flere andre forskningsinstitusjoner utført forskning på områder som skal lede til bedre kunnskap om hvilke forhold som påvirker tekturen i laksefilet. Kvaliteten påvirkes gjennom hele verdikjeden og resultatene fra tidligere FHF-prosjekt tyder på at fastheten av laksefilet til en viss grad henger sammen med fiskens helsestand. Det har vært høyere enn interesse til og av å bryne laksen sammen med fôr tilsetning av fôrkomponenter.

#### Fôrtilskudd av aminosyrene glutamat og arginin

Glutamat og arginin er naturlige aminosyrer som kan gi et mer utviklet og helsefremmende i dyr og mennesker. I denne studien ønsket vi å undersøke om tilsetning av disse aminosyrene kan ha en positiv effekt på tekturen (smakeløshet) og laksens helse.

#### Resultater

Det var ingen forskjell i fiskvekst og kroppsvekt av omsett på samme fôr fra alle tre fôringsperioder ved avslutningen. Men laksen som fikk glutamatfôr hadde størst lever med høyere fettinnhold, mens argininfisken hadde lavest fettinnhold i leveren. Fettinnholdet i muskel var like mellom fôringsperiodene.

Glutamat og arginin er naturlige aminosyrer som kan gi et mer utviklet og helsefremmende effekt hos dyr og mennesker. Det overordnede formålet med studien var å undersøke om fôr med arginin eller glutamat kan forbedre teksturen av oppdrettslaks. I tillegg ønsket vi undersøke om bløt filett kan legges til nedre leverfunksjon eller andre avvik, og om det innhelt av aminosyrene ville ha en positiv effekt på tekstur.

**Føstere filet**  
Førstehens laksen ble analysert etter fôrering og etter lagring. Laksen som fikk tilskudd av arginin var fastere i kjøttet enn den som fikk standardfôr ved utsettelse i september og desember. Glutamattilskudd ga bedre fasthet ved senliggning i september, desember og mai. Laksen som fikk tilskudd av glutamat bevarte en god fasthet gjennom 12 dagers lagring, mens laksen som fikk standardfôr ble bløtere ved lagring, slik forventet. Kunnskapen om at de erminningsmerke oppdrettslaks med bløt filet kan reduseres endeløst ved bløt tekstur og bløtlagging i laksefilet er et viktig direkte funn for kvalitetsarbeidet da bløt tekstur og bløtlagging i laksefilet er et viktig direkte funn for kvalitetsarbeidet.

#### Vekstgevinst om høsten

Aminosyretilsetning ga en vekstgevinst på høsten, spesielt i oktober. Fra juli og utover ga fôrtilskuddet like gode utbytter, men det ble høyere utbytter i oktober. Resultatene sammen med et tidligere forskningsprosjekt viste at høsten utbytter var i kombinasjon av arginin og glutamat i fôret (Olsen et al. 2010). Vekstgevinsten var også tydelig for laks som fikk i kombinasjon av begge aminosyrene tyder på at de kan ha en synergistisk effekt.

#### Skur på kvalitetsgeomet

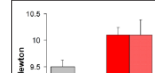
Metodylene analyser viser at aminosyrene glutamat og arginin har en positiv effekt på fôrertalen i laksen. Disse resultatene har vi fått fra en analyse av muskelfibellens størrelse i lakser og fra laks i sjø. Blodanalyser ved slakt i januar viste at laksen som fikk tilskudd av aminosyrene glutamat og arginin hadde mindre nedbrytning av muskel (lever CK-aktiv).

#### Tilskudd bedre stress

I september ble laksen overført til å ta alle tre fôringsperioder med lakselaks, underlagt. Som forventet, framkommer tregning, riggføring og pinnproduksjon ved lagring, men laksen som fikk glutamatfôr bevarte det høyeste pinn-innholdet i muskelen (det er positivt). Tilskuddet hadde en positiv effekt på laksen som fikk tilskudd av arginin eller glutamat som i laksen som fikk standardfôr.

#### Friskere laks

Leveren hos laksen ser ut til å være en god indikator på helsestanden. Tilskuddet som ble undersøkt er et innhold av fôr og fôrtilsetning lever et tegn på overvekt og forstørrelse i



Figur 1 (til venstre): Resultater fra instrumentelle teksturanalyser etter 6 og 12 dagers lagring.

Figur 2 (over): Levervekt, % av kroppsvekt.

### Firmer salmon filets

Turd Mørkøre, scientist, Nofima  
turo.no@nofima.no

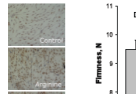


Atlantic salmon is the major component of Norwegian aquaculture with a total value of four billion Euro in 2010. Salmon products are sold in 100 countries, with the EU as the largest market. Although Norwegian farmed salmon are generally of good quality, defects such as soft texture may occur.

#### Soft filet texture, a challenge

Soft fish are downgraded because they are not suitable for manufacturing of high quality products. Therefore, the problem with soft texture ...

Our new research efforts show that supplementing salmon feeds with specific amino acids (arginine and glutamate) can stabilize the texture and reduce the problem with soft fish of salmon feeds.



The muscle cell density and structure is reportedly positively affected by arginine and glutamate.

#### Fruitful interdisciplinary research

Summary of results: Addition of specific amino acids (glutamate and arginine) results in higher growth rate during Atlantic salmon feed. Furthermore, supplemented feeds result not only in firmer texture, but also improved metabolism to stress during slaughter handling and also increased body weight increase during certain stages in seawater.

Conclusion: Addition of amino acids (glutamate and arginine) improves the - Firmness of salmon filets - Health of the fish - Robustness to stress - Thus helps to ensure a strong and predictable economy and good reputation of the salmon farming industry throughout the whole value chain.



# Resultater fra FHF-prosjektene nominert til innovasjonspris

**Innovation Award 2011: Processing**  
**NOMINEE**

---

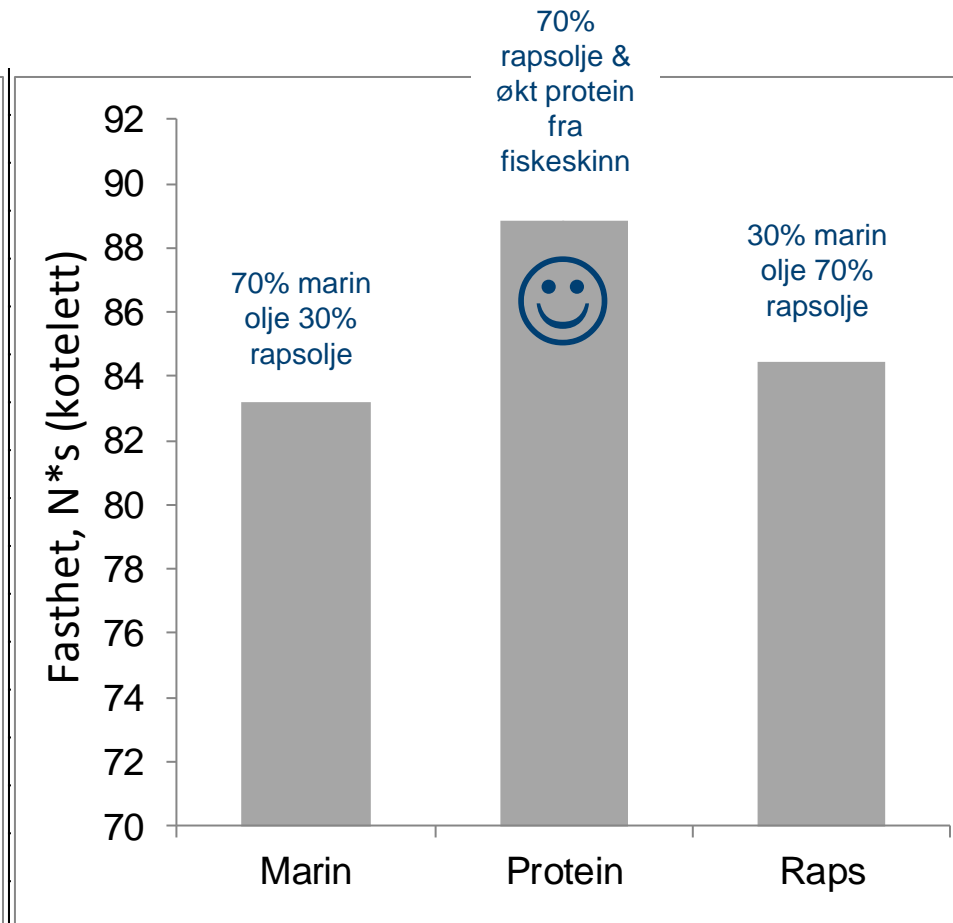
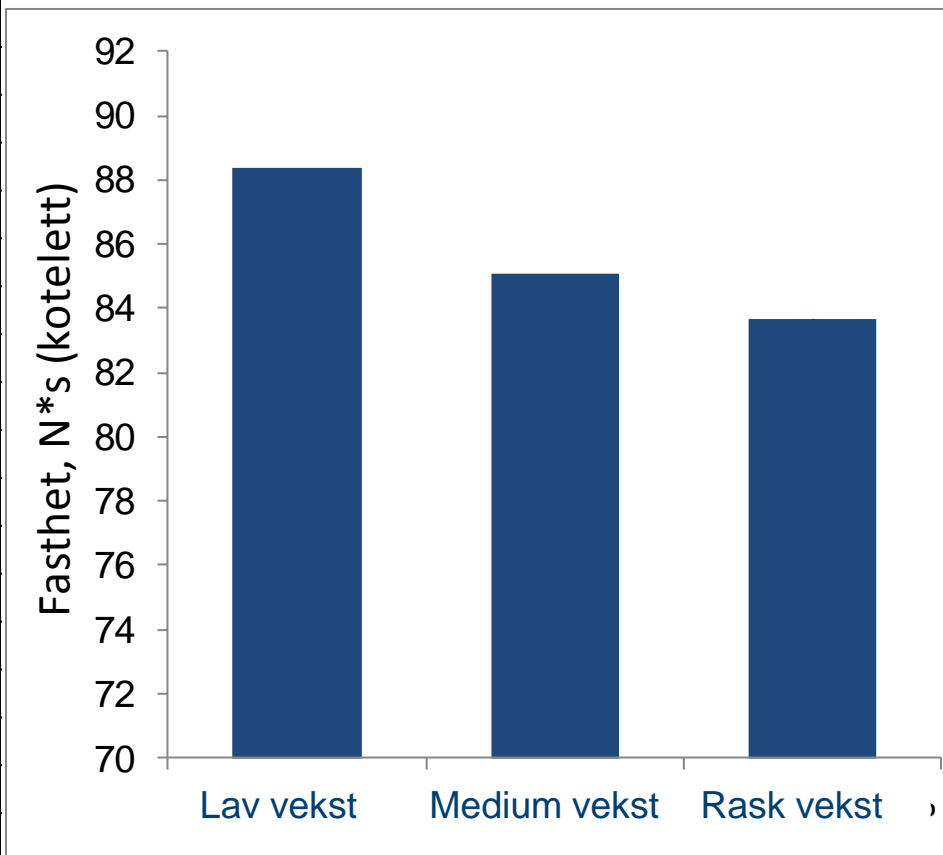
## ” FIRMER SALMON FILLETS”

Nofima

Soft salmon fillets are an expensive problem for the aquaculture and processing industry, as they are not suitable for the production of high quality products. Our new research has shown that diets supplemented with specific amino acids (arginine and glutamate) promote health, stabilise texture and reduce the problems associated with soft flesh



# Fasthet i rå kotelett

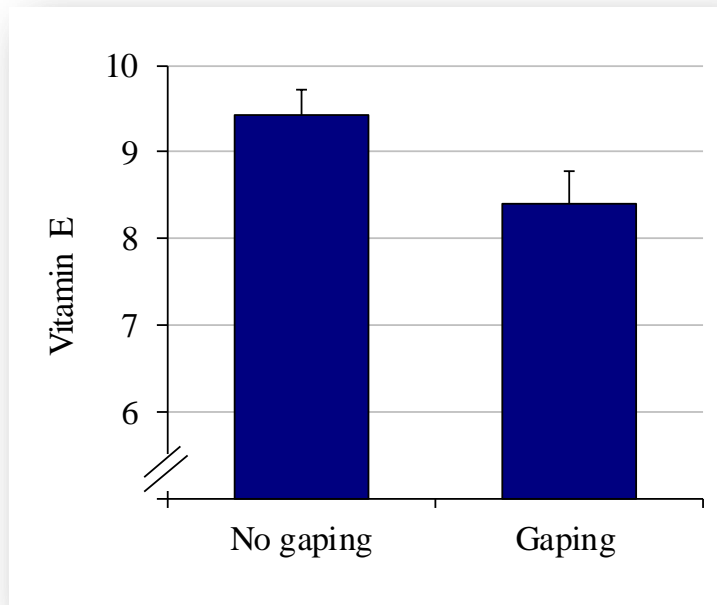


Væsketap viste samme mønster

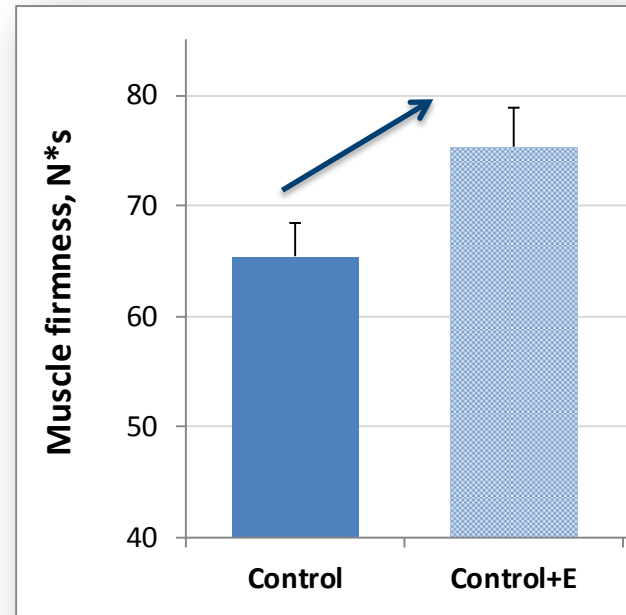
# Vitaminer og mineraler

# Vitamin E

## Vitamin E i muskel lavt i laks med spalting



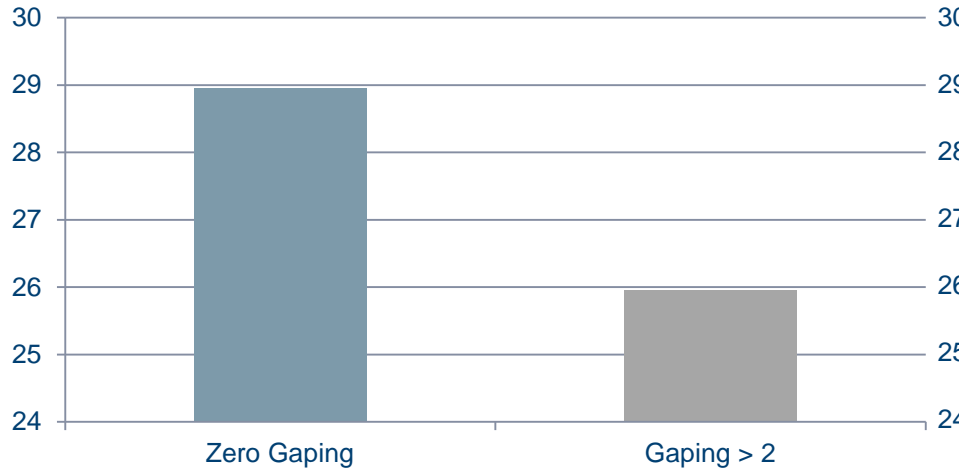
## Økt vitamin E i fôret før slakting (2,5 mån) ga fastere filet



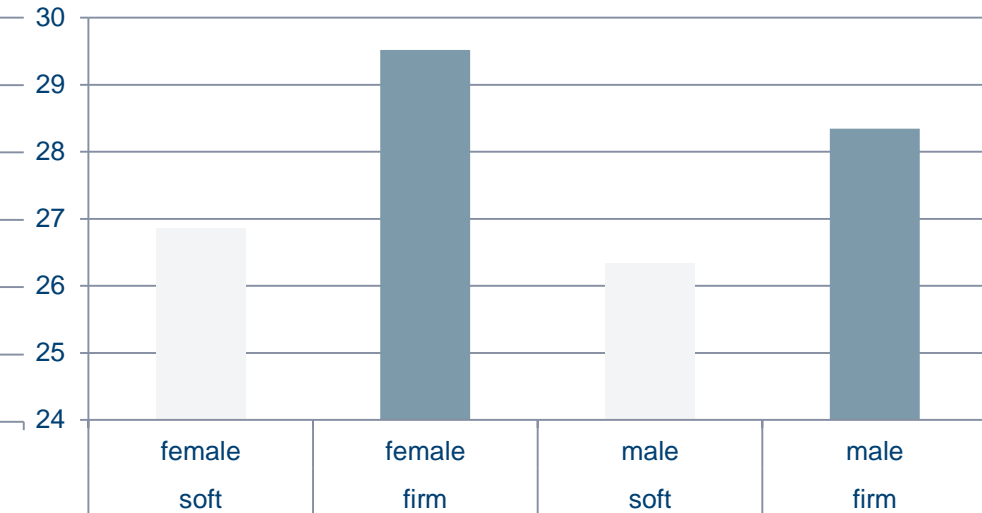


# Lav mineralstatus i laks med bløt tekstur og gaping

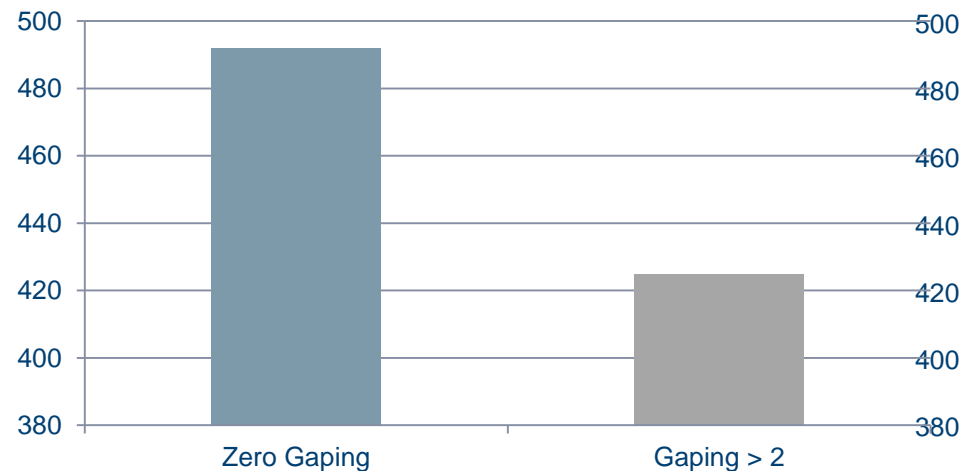
## Mg (mg/100g)



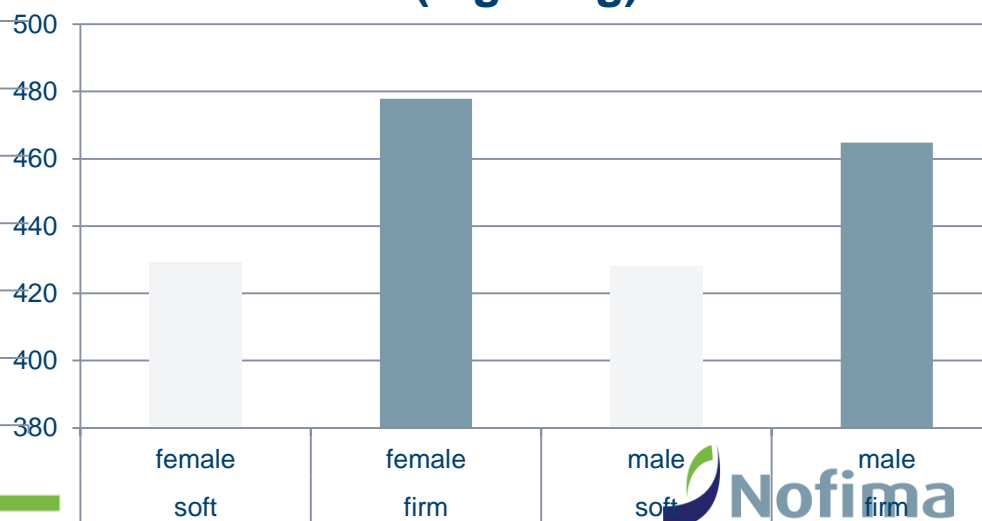
## Mg (mg/100g)



## K (mg/100g)



## K (mg/100g)



# Nåla

i høystakken

---

## Stoffskiftet



# Undersøkt laks, bløt ⇒ fast

Mikroarray (genuttrykk)

Mitokondriene spesielt påvirket

Bløt fisk brukte protein som energikilde

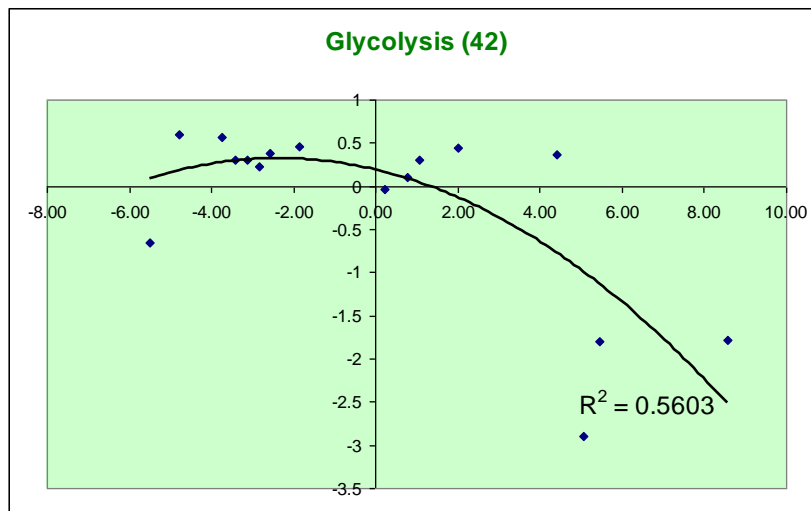
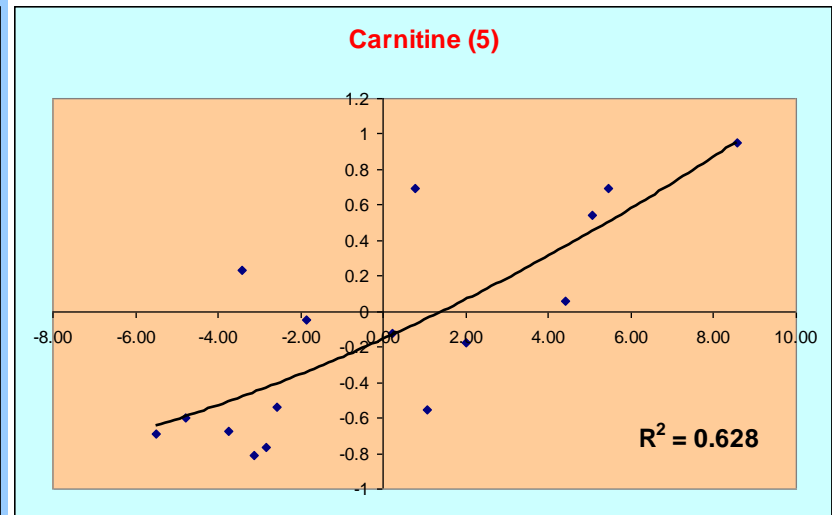
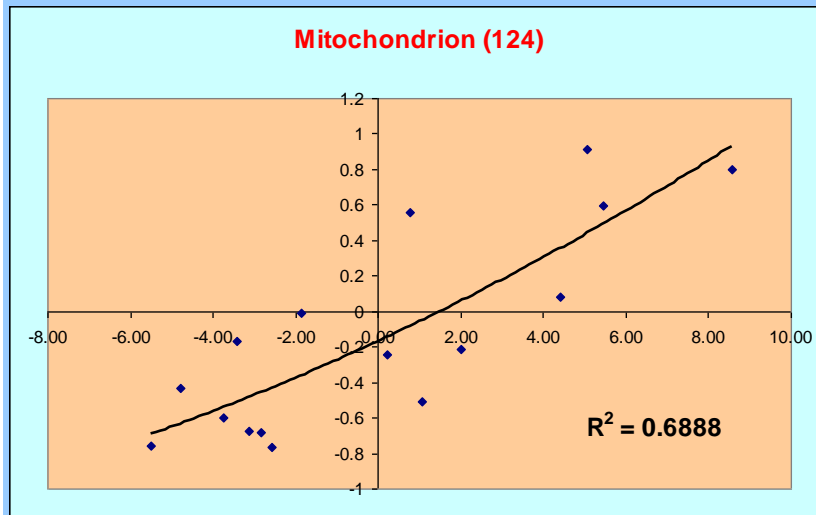
Bløt fisk anaerobt stoffskifte

Histologi (mikroskopi)

Store opphopninger av glykogen i muskelen

## Diagnose: Sukkerlaks

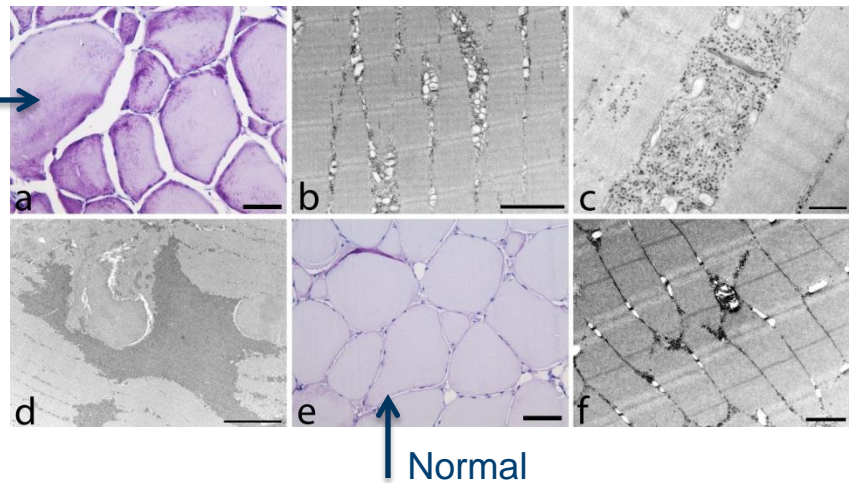
# Sammenheng til fasthet



- Laks med bløt muskel har hypoksi
- Lavt uttrykk, carnitin
- Lavt uttrykk mitokondrielle proteiner
- Bruker protein som energikilde
- Teksturproblemer synes å ha sammenheng med noe som skjer inne i cellene

# Sukkerlaks/ bløt laks

Opphopning glykogen →



Viktig årsak:

## Feilernæring genetikk

Medfører

- Nedbrytning av muskelprotein
- Bløt (bleik?) filet
- Takler ikke stress
- Hjerteproblemer (kan gi plutselig død hos voksne dyr)
- Diagnostiseres ved blodanalyser og histologi

Mulige årsaker

- Lavt nivå vitamin E i fôret (evt tidlig i livet)
- Proteinfattig fôr/ lite karnitin & taurin

Skyldes de forbedrede effektene vi har sett ved økt innhold av gitte aminosyrer at vi har reparert et allerede eksisterende problem som skyldes tidligere ernæringsmangel? Evt genfeil?

Vi vet ikke når problemet oppstår

”The pure and simple truth is rarely pure and never simple”

*Oscar Fingal O'Flahertie Wills Wilde*

*men :*



- Det ser ut til av vi har funnet en viktig årsak til bløt tekstur
- Årsak(er) til bløt/bleik filet og hjerteproblemer i «familie» ?

## Åsted identifisert

- Hva er frekvensen av fenomenet «sukkerlaks»?

## Hovedmistenkte

- Feilernæring / når i livet, tidlig ?
- Genfeil?

# Takk !