



# Industriell prosessering av fullkorn – hva kan det bety for tarmfloraen?

NSE HØSTSEMINAR OM TARMHELSE, 24. OKTOBER 2019



Ida Rud, forsker v/Nofima



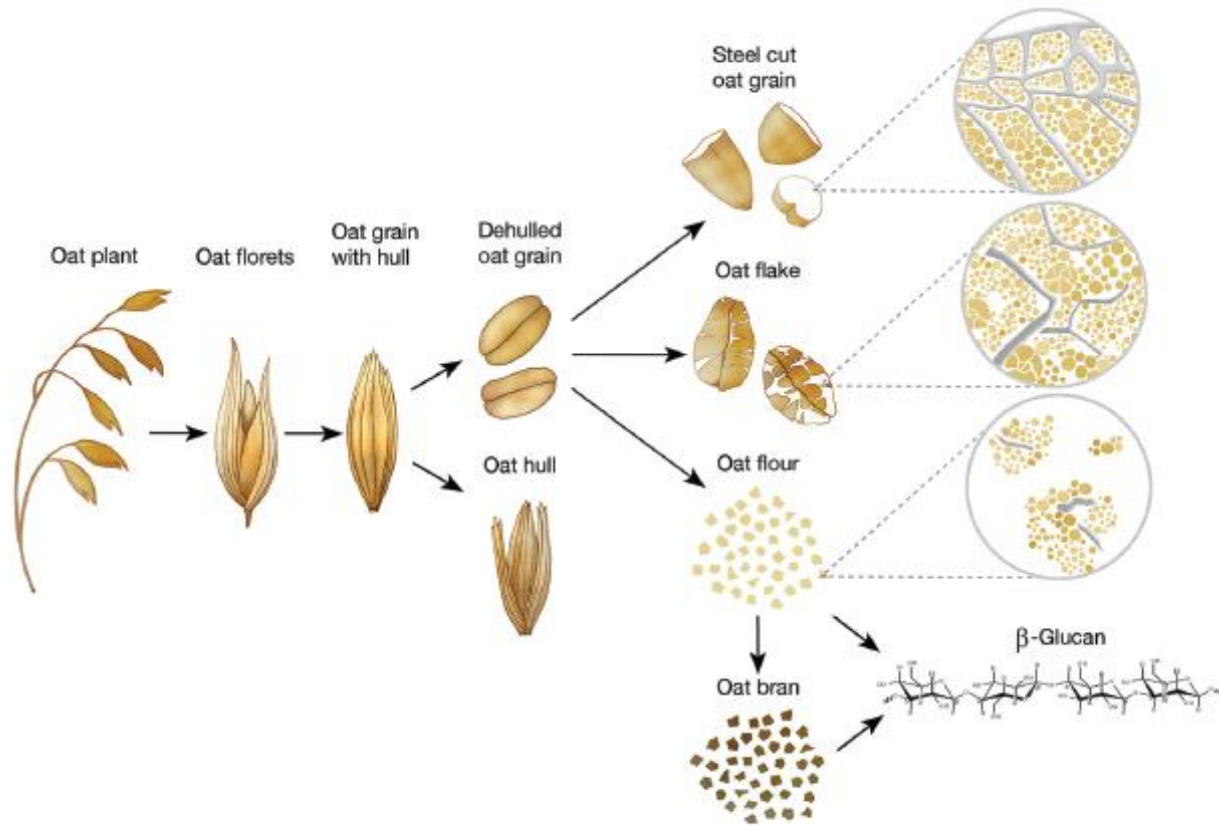


# Fullkorn

- Fullkorn = alle deler av kornet
- Daglig inntak av fullkorn inngår som en viktig del av kostholdsrådene som anbefaler grove kornprodukter hver dag
  - 70-90 gram fullkorn eller sammalt mel
- Fullkorn er god kilde til helsegunstige forbindelser
- Assosiert med redusert risiko for en rekke kroniske sykdommer
  - Hjerte og karsykdommer
  - Type 2 diabetes
  - Overvekt
  - Kreft (tykktarmskreft)
- Gunstige effekter på fordøyelsessystemet



# Prosessering av korn



- Avskalling (fjerner ytre skall)
- Kutting til biter
- Flaking til flak
- Maling til mel
- Fraksjonering - siktet mel og skall
- Bløtlegging
- Varmebehandling (kilning, koking)
- Baking (heve, elte, fermentere)
- **Ekstrudering**

Fig. 2 Diagram showing the structural levels of oat, from the plant to extracted  $\beta$ -glucan, and some oat forms commonly consumed (i.e., steel cut oat grain, oat flakes, oat flour, oat bran and purified  $\beta$ -glucan).

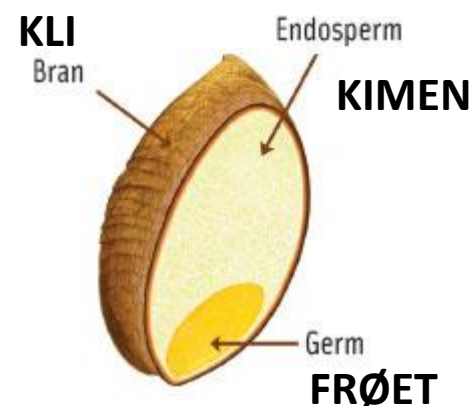
# Helsemessige bestanddeler i fullkorn

Kli og frødelen er spesielt rike på

- **Kostfiber** (arabinoxylan, betaglukan, cellulose, fruktaner, lignin, resistens stivelse)
- **Antioksidanter** (fenoliske forbindelser)
- **Vitaminer** (B og E), **mineraler** (magnesium, jern), **fett**

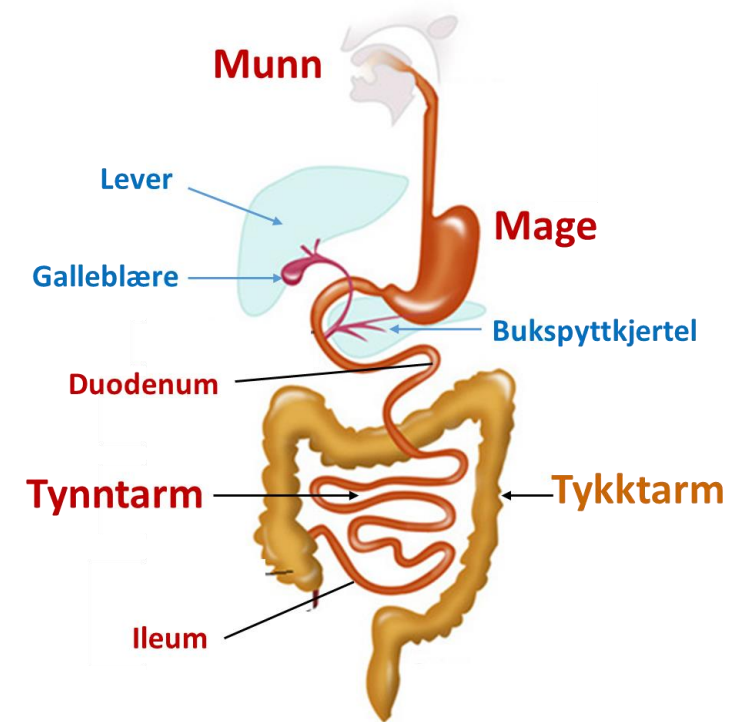
*Table 2.* Dietary fibre content and composition of in whole grain wheat, whole grain rye, dehulled oats, and naked barley.<sup>a</sup>

Component	Wheat	Rye	Oats	Barley
Total DF	13.5	19.9	10.2	15.2
Arabinoxylan	5.6	8.9	2.0	5.2
Cellulose	2.5	2.9	1.3	1.9
$\beta$ -Glucan	0.8	1.5	5.0	4.6
Fructan	1.3	4.1	0.2	1.6
Klason lignin	0.8	1.1	1.4	0.7



# Kostfibers unike egenskaper i kroppen

- Passerer gjennom munn, mage og tynntarm uten å bli fordøyd
  - Menneskekroppen mangler enzymer for å bryte de ned
- Danner en viskøs gel i tynntarmen
  - Påvirke fordøyeshastigheten og absorpsjon av næringsstoffer
  - Redusere kolesterol og blodsukker
- Bulking-effekt gjennom tarmsystemet
  - Mykner feces og raskere passasje
- Mat for tarmfloraen i tykktarmen (prebiotika)
  - Stimulerer vekst av spesifikke bakterier som klarer å bryte ned de ulike fibrene



# Arabinoxylan og betaglukan – EFSA godkjente påstander

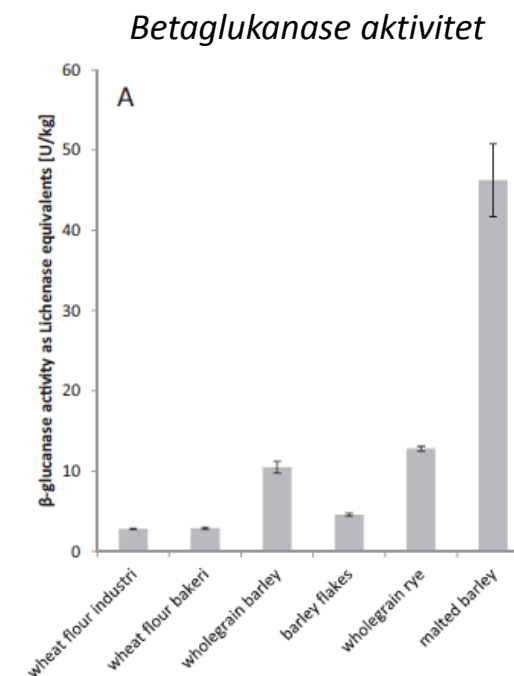
- Opprettholdelse/reduksjon av blod kolesterol (betaglukan)
- Reduksjon av blodsukker stigning etter et måltid (betaglukan og arabinoxylan)

Mekanismene er ikke fullstendig definert

- Løselig betaglukan med høy molekylvekt – høy viskositet
  - saktere magetømming, redusert miksing i tynntarmen, redusert opptak av næringsstoffer og gallesalter
- Arabinoxylan – noe viskositet
  - trolig andre mekanismer mhp blodsukkerregulering
- Begge har effekt på tarmfloraen – muligens bidra til reguleringen av blodsukker og kolesterol

# Prosessering kan påvirke egenskapen til betaglukan

- **Høy molekylvekt og grad av løselig betaglukan** - viktig for viskositetsegenskapen
- Molekylvekten kan degraderes av **betaglukanase**
  - Finnes naturlig i ulike melsorter
  - Aktiveres ved tilførsel av vann, f.eks bløtlegging og brødbaking
  - Inaktiveres av varme
- Løselig betaglukan påvirkes av ulike prosesser
  - Maling, flaking, ekstrudering - kan øke løseligheten
  - Varmebehandling - kan redusere løseligheten
- Ulik molekylvekt kan også påvirke tarmfloraen

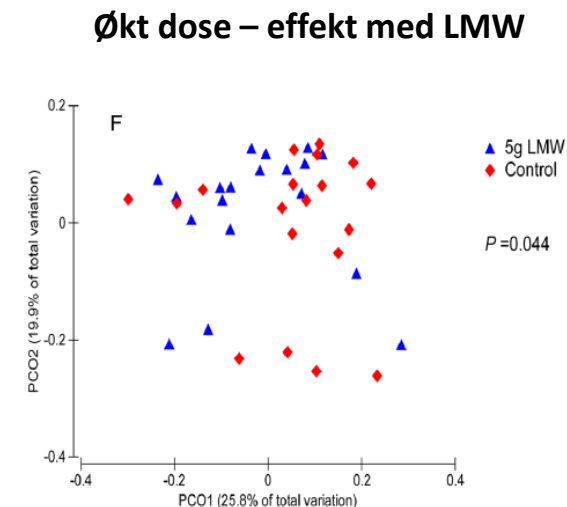
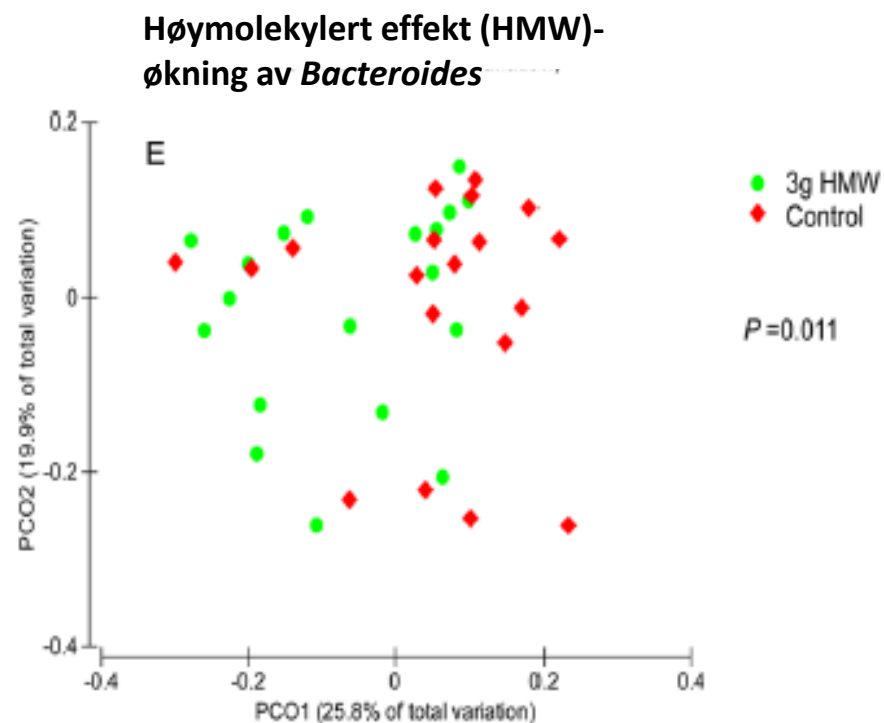
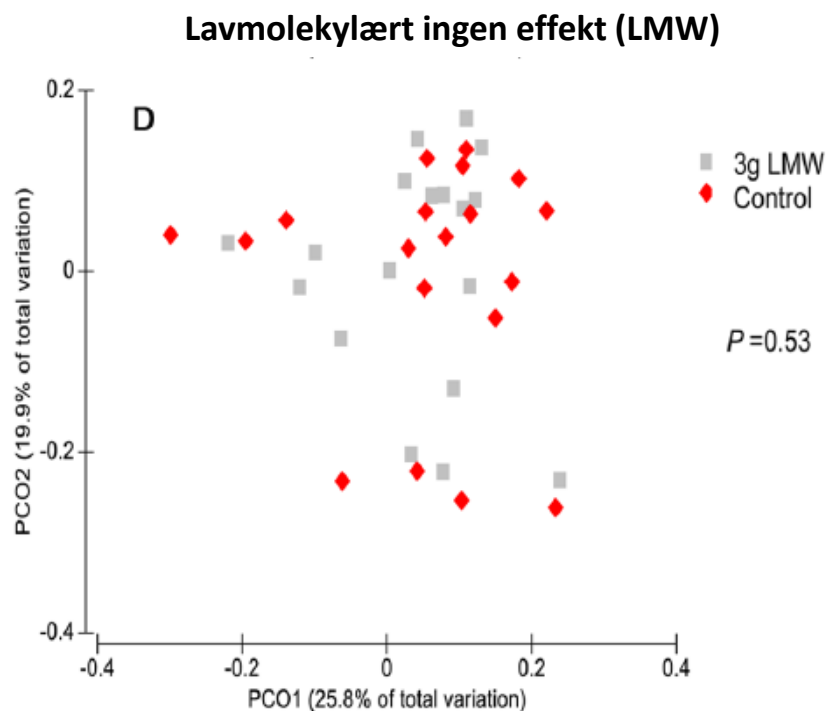


Rieder et al., 2015; Carbohydrate Polymers



# Høymolekylært betaglukan størst effekt på tarmfloraen

- Human studie med individer med mildt forhøyet kolesterol
- Betaglukan med ulik molekylvekt: LMW (288 kDa) vs HMW (1,349 kDa) og mot kontroll



# Ekstrudering av korn og effekt på tarmfloraen

# Ekstrudering

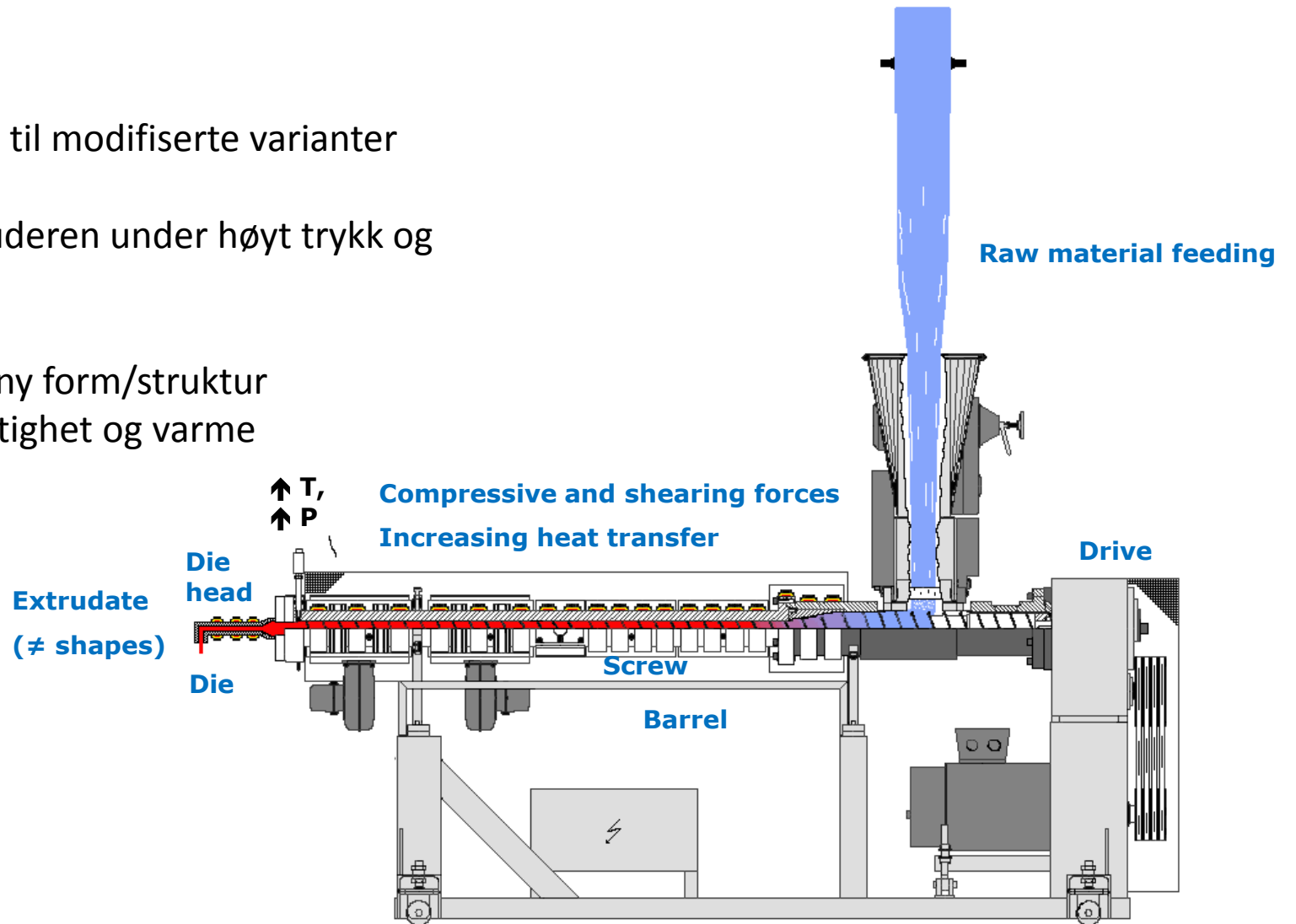
Høy-temperatur korttids bioreaktor

- Omdanner forskjellige rå ingredienser til modifiserte varianter og nye produkter
- Materialet blir skrudd gjennom ekstruderen under høyt trykk og varme (kukt).

Når produktet kommer ut får det gjerne ny form/struktur

- pga redusert trykk og frigjøring av fuktighet og varme

Extrudere (lat.) = to press / drive out



# Produkte

Process / Set-up	Application / Product
Direct expansion	Snacks, cereals
Indirect expansion	Crab chips
Cold forming	Pellets, drops
No expansion	Pet food, feed, pasta
Co-extrusion	Filled cereals
Texturization	Meat analogs
Sweets	Licorice, chewing gum
Reactive extrusion	Modified starch / flour



# Ekstrudering av korn

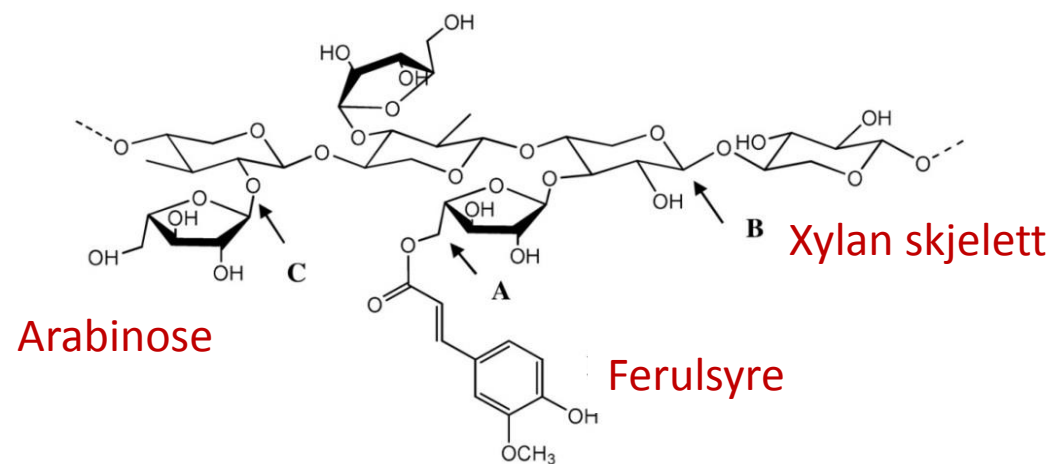
- Nye fiberrike kornprodukter
- Prosessen påvirker både kjemiske og strukturelle forandringer med materialet
- Påvirke graden av fordøyelighet og biotilgjengelighet av næringsstoffer
- Ingen/begrenset kunnskap om hvilken betydning prosessen kan ha for tarmfloraen



# Kan ekstrudering av havre og bygg påvirke:

1) biotilgjengelighet og opptak av fenoliske syrer?

2) tarmfloraen?



# Griseforsøk - Ekstrudering påvirker biotilgjengelighet



Ekstruderte -økte nivåer av:

- frie fenoliske syrer
- løselig betaglukan

# Ekstrudering ga redusert mikrobiell diversitet i tarmen

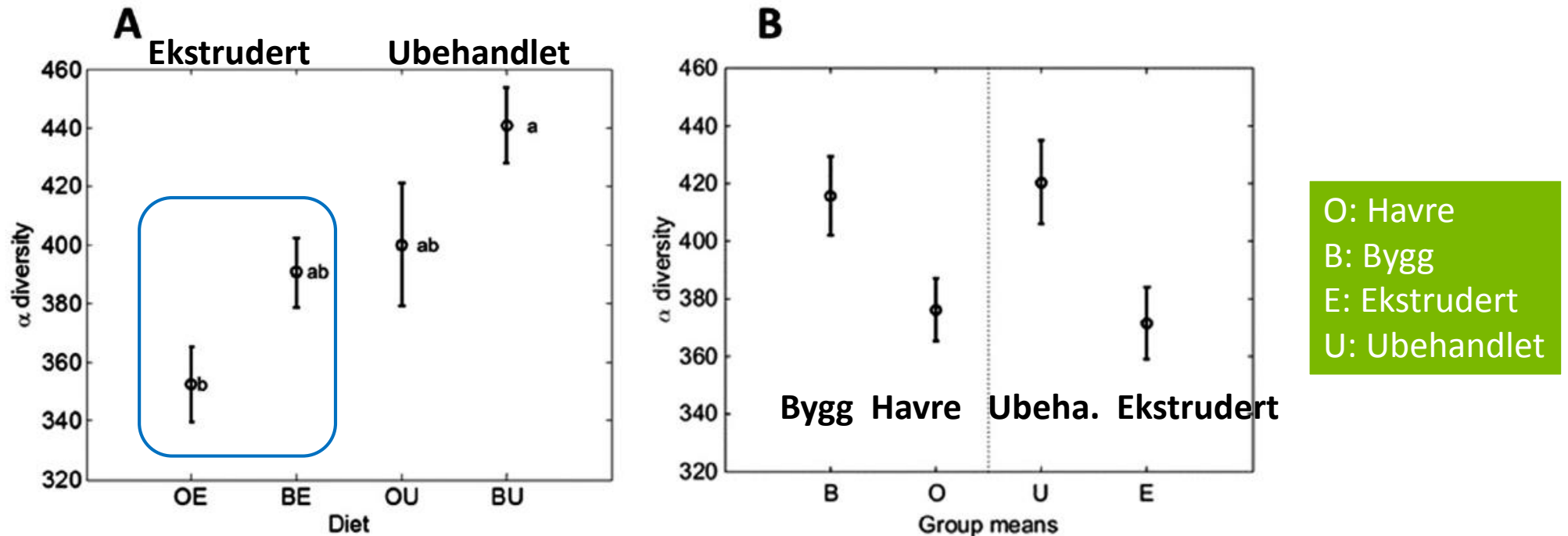


Fig. 1 Alpha diversity (observed species) of the four diets (OE; BE; OU and BU) (A) and group means; grain type (barley (B); oat (O)) and treatment (untreated (U); extruded (E)) (B). The diversity was significantly higher in OE than BU ( $p < 0.01$ ) (A). The diversity was also significantly higher in untreated than extruded ( $p < 0.01$ ), and in barley than oat ( $p < 0.05$ ) (B). There was no significant effect of interaction between grain type and treatment.



# Ekstrudering påvirket tarmfloraen

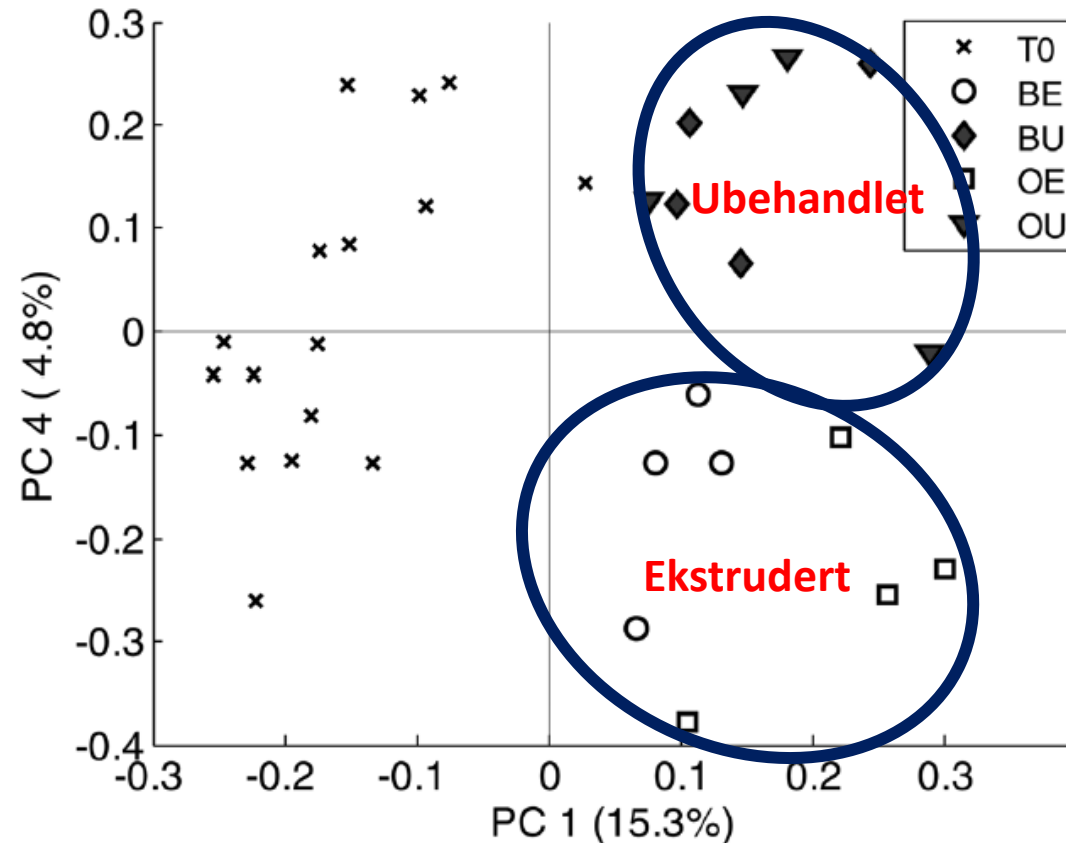


Fig. 2 PCA score plot of OTU data (PC1 and PC4). PC1 separates start and end of experiment, whereas PC4 is related to treatment. For the extruded grain, barley and oat (OE and BE) is separated. More variation is observed in the start than in the end.

# Ekstrudering ga færre «gunstige bakterier»

- Færre av såkalte gunstige bakterier som *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*
- Færre betaglukan fermenterende bakterier som *Roseburia*, *Bacteroides*

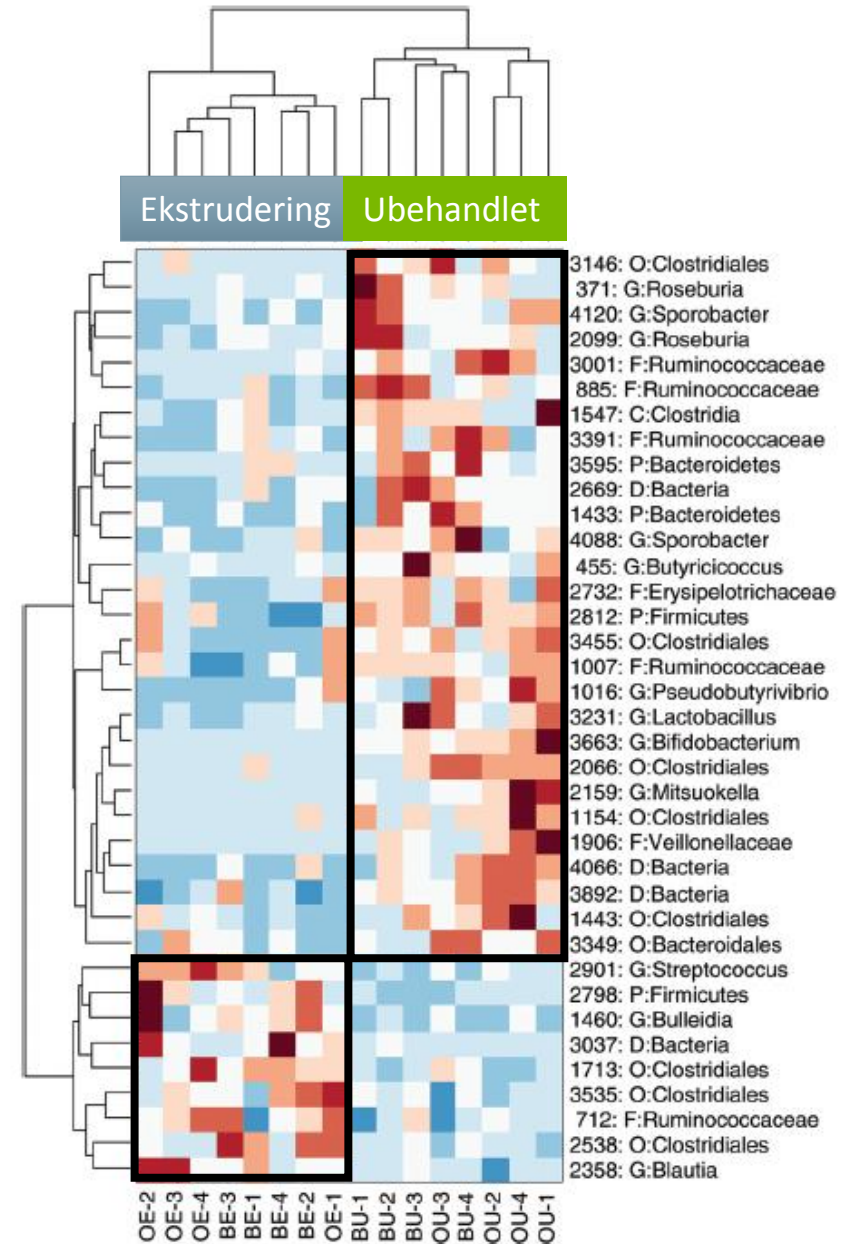


Fig. 3 Heatmap showing the relative abundances of the OTUs significantly different between treatments. The OTUs with high relative abundances are red, intermediate abundances white and low abundances blue. D = domain; P = phylum; C = class; O = order; F = family and G =

# Ekstrudering ga lavere nivå av smørsyre

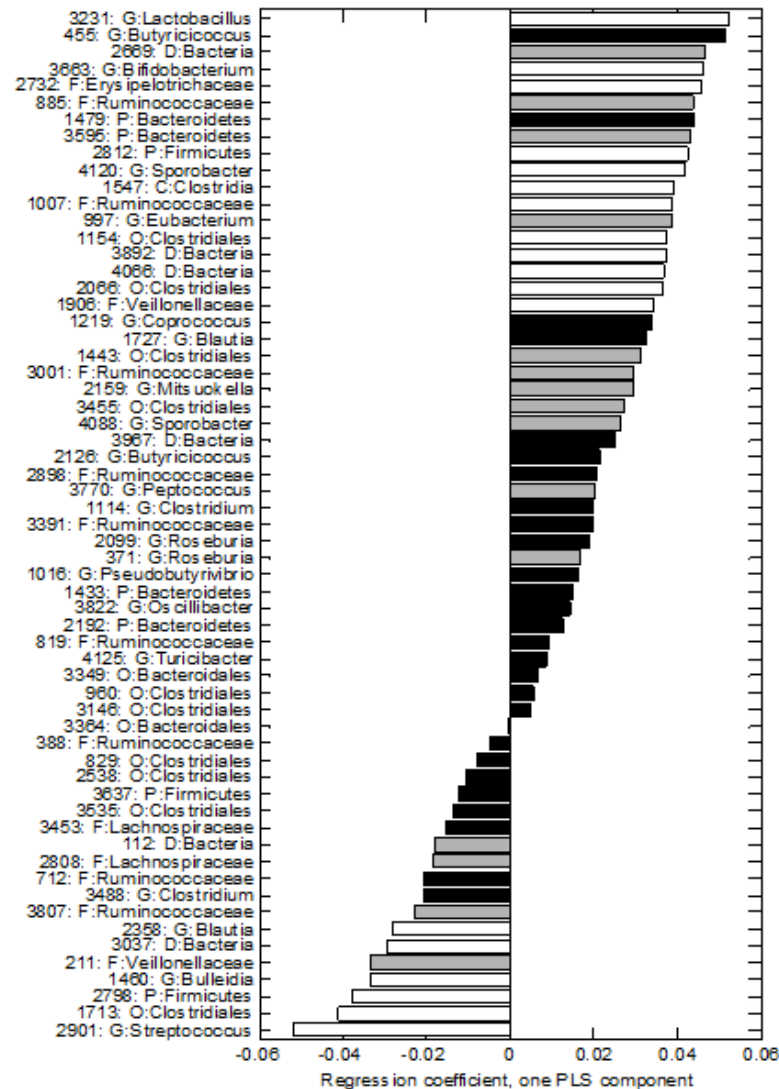
Table 1 ANOVA results for the SCFA. *P*-Values for grain effect (*p*-gm), treatment effect (*p*-trt), and least squares means (*n* = 4) for each group with standard error of the mean within parenthesis. Significant (*p* < 0.05) results are highlighted

SCFA	<i>p</i> -gm	<i>p</i> -trt	BE	BU	OE	OU
Acetic	0.028	0.367	31.83 (0.97)	34.26 (2.20)	27.67 (1.74)	28.84 (2.43)
Propionic	0.005	0.145	11.75 (0.25)	12.80 (0.52)	9.29 (0.96)	10.42 (0.83)
<i>n</i> -Butyric	0.237	0.002	4.52 (0.13)	6.42 (0.45)	4.33 (0.43)	5.59 (0.52)
<i>i</i> -Valeric	0.176	0.007	1.49 (0.13)	2.20 (0.29)	1.30 (0.17)	1.84 (0.12)
<i>n</i> -Valeric	0.111	0.01	1.94 (0.08)	2.70 (0.14)	1.95 (0.18)	2.15 (0.20)
Caprioic	0.593	0.755	0.39 (0.05)	0.51 (0.09)	0.53 (0.06)	0.46 (0.08)
Heptanoic	0.479	0.309	0.14 (0.02)	0.14 (0.02)	0.20 (0.04)	0.12 (0.04)

Ekstrudering

Ekstrudering

# Korrelasjon mellom de «gunstige bakteriene» og smørsyre



*Lactobacillus*  
*Bifidobacterium*  
*Roseburia*  
Osv..

# Oppsummering

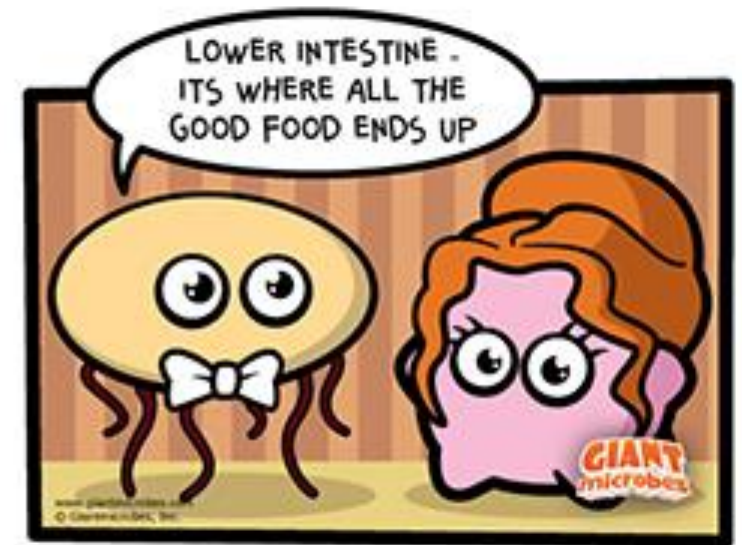
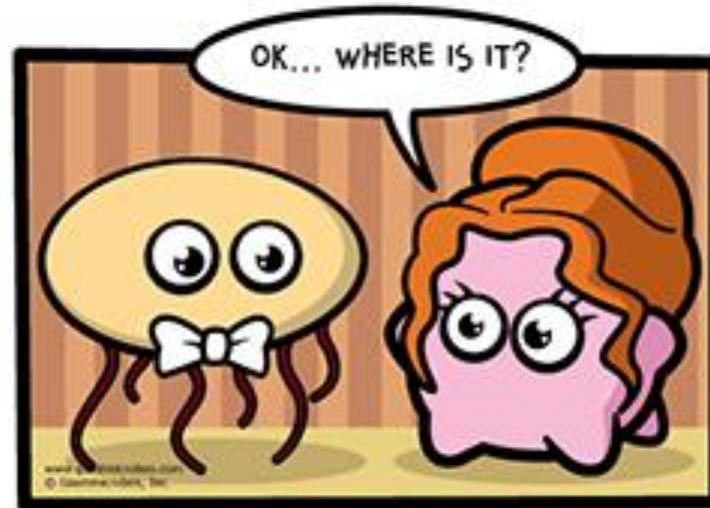
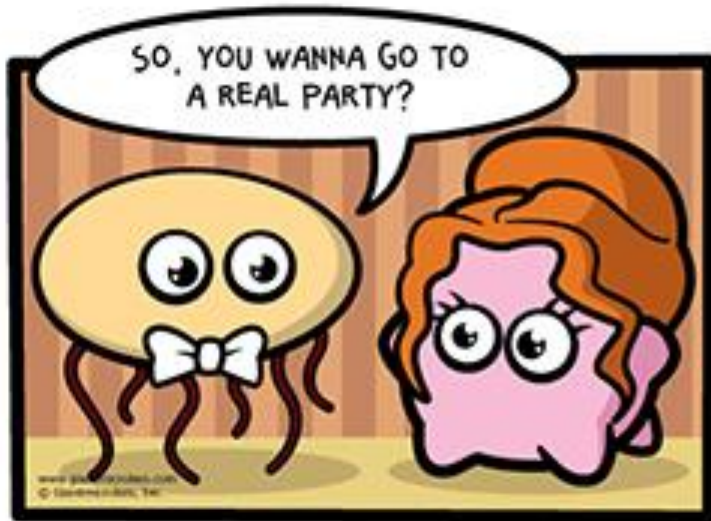
Ekstruderingen påvirket

- Inneholdet i diettene
  - økt løselighet av betaglukan, frigjøring av bundne fenoliske syrer
  - molekylvekt av betaglukan ikke målt
- Økte opptaket av fenoliske syrer
- Reduserte diversiteten og andel gunstige bakterier og metabolitter (smørsyre)

Mulige årsaker?

- Inaktivering av endogene enzymer
- Økt biotilgjengelige karbohydrater og færre substrattyper til tarmfloraen
- Redusert molekylvekt av betaglukan

# Spis variert – så får både du og tarmbakteriene dine næring!



**Takk for meg!!!**