



## Udviklingsprojekter med fokus på saltreduktion i kødprodukter



- Deltagere:
  - Fødevarerinstitutionen-DTU, Syddansk Universitet, Københavns Universitet
  - Den danske kødindustri,
  - DMRI-Teknologisk Institut
- Finansiering: Svineafgiftsfonden, Direktoratet For Fødevarer Erhverv, den danske kødindustri
- Formål:
  - Teoretisk vurdering af hvor stor saltreduktion der kræves for at opnå en sundheds effekt
  - **Undersøge hvordan saltindholdet i kødprodukter kan reduceres ved brug af ændret teknologi, produktionsprocesser og/eller ingredienser således at udbytte, kvalitet, holdbarhed og fødevarer sikkerhed ikke ændres væsentlig.**
  - Undersøge hvor godt forbrugerne kan lide saltreducerede kødprodukter

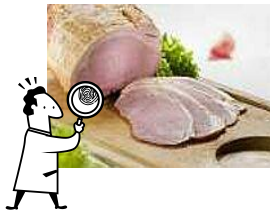


## Natrium indhold i kødprodukter



Na<sup>+</sup> i kødprodukterne har mange kilder, kun ca. 54-87% stammer fra salt!

- Fra kødet selv (ca. 0,08 %)
- Fra andre konserverende forbindelser – fx Na-laktat, Na-acetat og Na-nitrit
- Fra smagsforstærkere (fx HVP) (neutraliserede med NaOH)
- Fra krydderiblandinger (Na-monoglutamat)
- Fra tilsætningsstoffer – fx Na-fosfat
- Fra salt – NaCl !

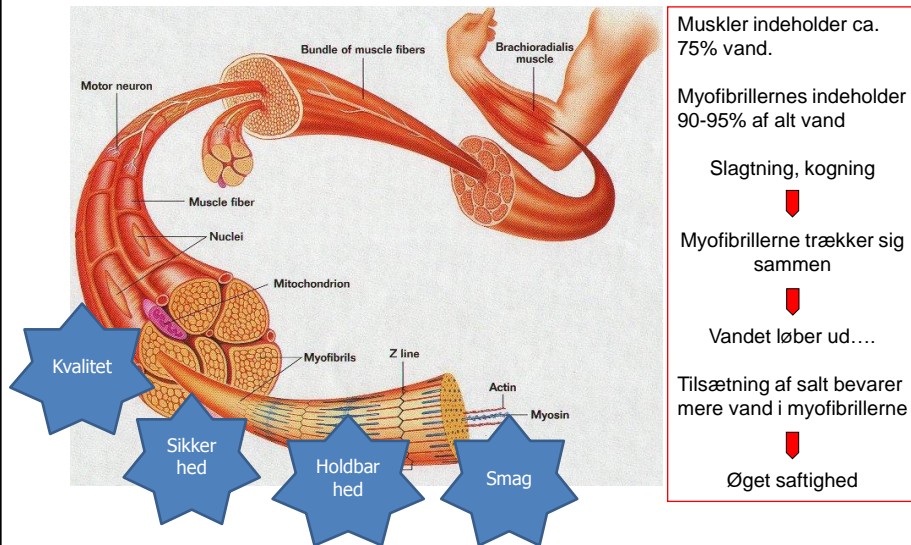


**Saltlister – mål for kogte pølser**  
 UK (2012): 600 mg Na (1,5 g salt)  
 DK (2013): 920 mg Na (2,3 g salt)

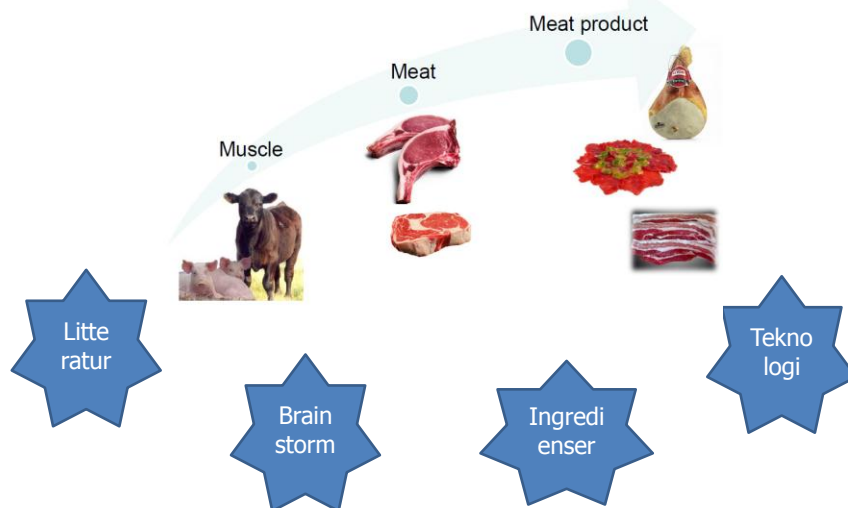
Beregning af Natrium bidrag fra tilsat NaCl, Na-laktat og Na-acetat etc. etc.

Tilberedningsstof	"Aktive" stoffer i produktet	Tilsat mængde i %	"Aktive" stoffer i %	Laktat i %	Acetat i %	Kalium i %	Natrium i %
Indsæk: 100% NaCl	NaCl	1,00	1,0000	-	-	-	0,9770
Nårtsalt I:	NaCl	0,9940	0,9940	-	-	-	0,9746
NaCl med 0,6% NaNO <sub>2</sub>	NaNO <sub>2</sub>	0,0060	0,0060	-	-	-	0,0020
Nårtsalt II:	NaCl	0,0000	0,0000	-	-	-	0,0000
NaCl med 1,2% NaNO <sub>2</sub>	NaNO <sub>2</sub>	0,0120	0,0120	-	-	-	0,0000
Purasaal Optiform PD 4	K-laktat	0,000	0,0000	0,0000	-	0,0000	-
56% K-laktat : 4% Na-Di acetat	Na-acetat	0,0000	-	0,0000	-	-	0,0000
Purasaal monodydriat	Ca-laktat	0,000	0,0000	0,0000	-	-	-
100% Ca-laktat x 1 H <sub>2</sub> O	Na-laktat	0,000	0,0000	0,0000	-	-	0,0000
Gelmax 021:	Na-laktat	0,000	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
58% Na-laktat; 35% Na-acetat	Na-acetat	0,000	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
Na-Laktat	Na-laktat	1,50	1,5000	1,1920	-	-	0,3080
Na-Acetat	Na-acetat	0,000	0,0000	0,0000	-	-	0,0000
Na-dif-acetat	Na-acetat	0,000	0,0000	0,0000	-	-	0,0000
KCl	KCl	0,000	0,0000	-	-	0,0000	-
K-laktat	K-laktat	0,000	0,0000	0,0000	-	0,0000	-
K-acetat	K-acetat	0,000	0,0000	0,0000	-	0,0000	-
Na-acetat	Na-acetat	0,000	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
Na-tri-phosphat	Na <sub>3</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	0,500	0,5000	-	-	-	0,1565
Naturligt Na i kød	0,07	80,000	0,0000	-	-	-	0,0560
Lactic acid	laktat	0,000	0,0000	0,0000	-	-	-
<b>Samlet mængde i produktet</b>				<b>1,192</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,318</b>

## Derfor tilsætter vi salt



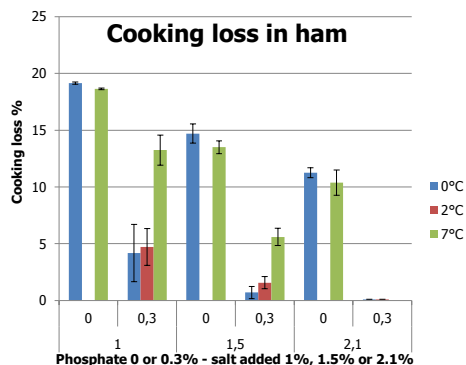
## Løsningsmuligheder



## Saltning ved lav temperatur ?



- Hakning under flydende nitrogen kan ikke kompensere for reduceret salt (farsvarer: 2,2-1,8-1,5 % salt)
- Saltning ved 0°C giver bedre udbytte og tekstur i saltreduceret skinke tilsat fosfat

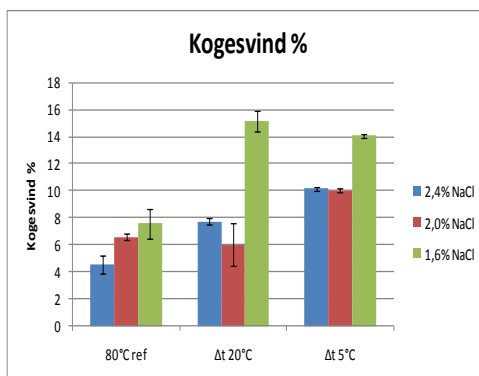


## Langsom opvarmning?

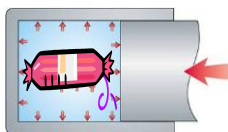


Langsommere varmebehandling har ingen betydende effekt på kogesvind og tekstur af kødprodukter (Skinke: 2,4-2,0-1,6% salt)

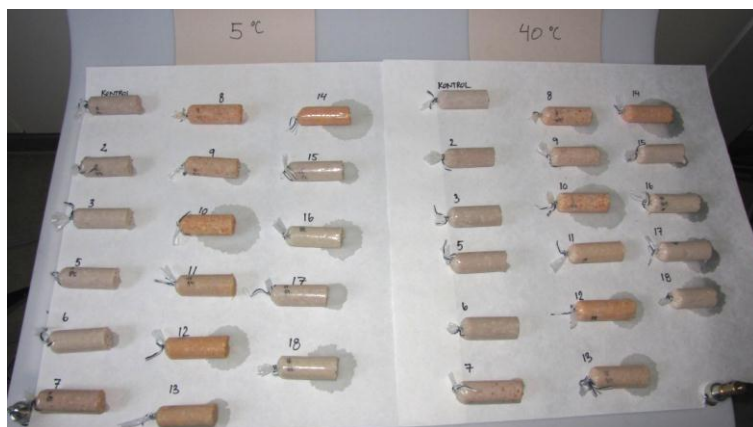
- 75°C/2 timer (80°C)
- 75°C/3 timer ( $\Delta T=20^\circ\text{C}$ )
- 75°C/4,5 timer ( $\Delta T=5^\circ\text{C}$ )



## Højtryk?



- Højtryk giver denaturering, aggregering, geldannelse – men kan det kompensere for mindre salt (1,8% → 1,2% NaCl) ?



## Saltreducerede pølser med højtryk?



- 1,8% salt er OK
- 1,2% salt kræver 6000 Atm+gulerods fibre/kartoffelstivelse+40°C

Ingredienser			Proces variable							
Salt	Hjælpestof		Tryk		P-opb.		Tid	Temperatur		
1,2%	⊕ Citrus f	⊕	4000	⊕	Høj	⊕	1s	⊕	5°C	⊕
1,8%	⊕ <b>Gulerod f</b>	⊕⊕	5000	⊕	Lav	⊕	<b>2m</b>	⊕	<b>40°C</b>	⊕⊕
	Sukkerroef	⊕	<b>6000</b>	⊕⊕			3m	⊕	50°C	⊕⊕
	Hvede f	⊕	7000	⊕⊕			4m	⊕	60°C	⊕⊕⊕
	Havre f	⊕	8000	⊕⊕			6m	⊕		
	Sværp	⊕					9m	⊕		
	Soja p	⊕								
	<b>Kartoffelm</b>	⊕⊕⊕								
	Kartoffelks	⊕								
	Majs ks	⊕								
	Majs wks	⊕								
	Ærte m	⊕								

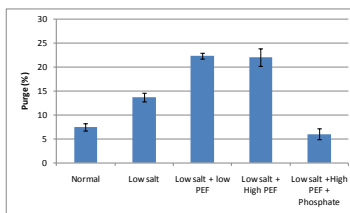
Smørbare: intet problem  
Skærbare: kræver mild opvarmning

## Andre muligheder?



### Pulserende elektriske felter (PEF)

- Øger ikke salt diffusion i skinke
- Forbedrer ikke kogesvind i saltreduceret pølse



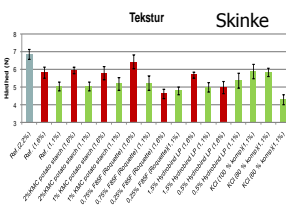
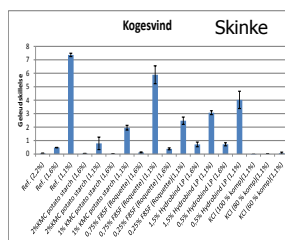
### Brug af enzymer (farsvarer: 2,2-1,7-1,2% salt)

- Begrænset effekt på gele og fedtudskillelse
- Transglutaminase og phospholipase K har lovende effekt på tekstur
- Kræver optimering

## Ingrediensløsninger – mange bud



- Kartoffelstivelse, ærteprotein, gulerodsfibres og KCl giver nogen forbedring af funktionaliteten i **sandwich skinke** med reduceret saltindhold (2,2-1,6-1,1% salt) og 0,3% fosfat
  - Ikke stor forskel på kogesvind i skinke med 2,2 og 1,6% salt når fosfat er tilsat
  - 1,1% salt (436 mg Na) resulterer i stor stigning i kogesvind trods fosfat
  - KCl og kartoffelstivelse (blanding) reducerer kogesvind i prøver med 1,1% salt (KCL øger bitter smag)
- Gulerodsfibre, kartoffelprotein og risstivelse reducere kogesvind i saltreduceret **farsvare** (2,1-1,6% salt) men risstivelsen giver en blød konsistens i færdigvaren mens sværprotein giver fastere konsistens
- Phosphat (0,3%) er det sikre valg



## Opskalering af produktionen



- Lovende ingredienser/teknologi:
  - Phosphat virker
  - Enzymer har noget effekt
  - KCl virker men kun lave koncentrationer kan tilsættes (0,2-0,35% er OK)
  - Kartoffelstivelse og risstivelse har nogen effekt
  - Gulerodsfibre og kartoffelfibre har nogen effekt
  - Kødprotein hydrolysater har nogen effekt
  - Sværprotein har nogen effekt
  - Kold tumbling har nogen effekt
  - Mindre tilvækst!
- Første industriproduktion af skinke (uden phosphat):
  - 1,8% NaCl +0,23% KCl (20% tilvækst)
  - 1,8% NaCl (10% tilvækst)
  - Store problemer med geleudskillelse, produkterne måtte kasseres
- Anden industriproduktion tilsat 0,3% phosphat
  - Ingen geleudskillelse; 90% sliceudbytte

Anvendt til holdbarhed og sensorisk test

## Betydning for fødevarsikkerhed og holdbarhed



- Matematiske modeller.
  - Reduktion fra 4% salt til 2% salt reducerer holdbarheden med ca. 1 uge (målt som tiden for 5 log vækst af pseudomonas) men kun få dage for *Brochotrix termospachta*
  - Kombination af konservering kan kompensere for vækst af patogener
- Forsøg med kogt slicet skinke
- Forsøg med bacon/skinke



## Salt og fødevarerikkerhed



- Væksthæmning af *L. monocytogenes* i et slicet kødprodukt med 60 ppm nitrit ved **10°C** (forsøg)

pH	% salt i vand	% Na-laktat	% Na-acetat	% CO <sub>2</sub>
5,9	4,7	0,5	0,25	20
5,9	2,3	2,0	0,25	20
6,4	4,7	2,0	0,25	20
6,4	2,3	2,0	0,5	20

- Væksthæmning af psykrotrofe *C. botulinum* i et kødprodukt ved **8°C** (prædiktion m/DMRI's model)

pH	% salt i vand	% Na-laktat	Nitrit (ppm)	P(vækst)
6	3,4	0	0	0,0011
6	2,4	0	0	0,5160
6	2,4	0	60	0,0003
6	2,4	2	0	0,0008

## Betydning for holdbarhed



- Kogt **slicet skinke**, MA-pakket v/5°C

Hold	Salt/vand	Aerobt kimtal	Brochotrix	Pseudo monas
<b>PAKKEDAG:</b>				
A) 2,8 % NaCl	3,7	0,7-1,9	0,7-1,6	0,7-1,0 <sup>*)</sup>
B) 1,9% NaCl+ 0,2% KCl	3,0	0,7-1,8	0,7-1,6	1,0-1,3 <sup>*)</sup>
C) 1,9% NaCl	2,5	0,7-2,3	0,7-1,7	0,7
<b>LAGRET 20 DAGE:</b>				
A) 2,8 % NaCl	3,7	5,4-6,1	2,6-2,7	0,7-5,0 <sup>*)</sup>
B) 1,9% NaCl+ 0,2% KCl	3,0	4,5-7,1	3,4-5,6	0,7-5,6 <sup>*)</sup>
C) 1,9% NaCl	2,5	6,9-7,7	3,8-4,8	0,7-1,0

Log 0,7 ~ <10 cfu/g; \*)sporadisk forurening

**Sensorisk OK i 3 uger  
Men 4 uger ???**



## Holdbarhed af saltet skinke og bacon ved 3°C



### Produkter:

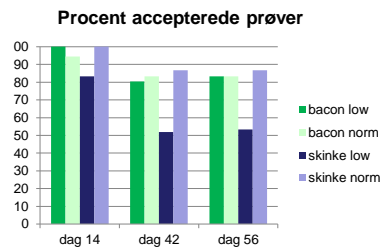
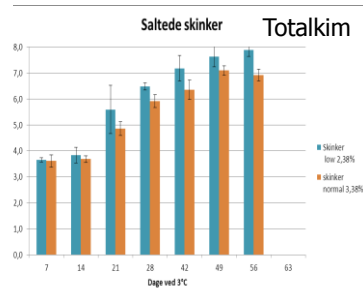
- Bacon høj: 3,6±0,2% salt (5,4% salt/vand)
- Bacon lav: 3,0±0,4% salt (4,4% salt/vand)
- Skinke høj: 3,0±0,1% salt (4,0% salt/vand)
- Skinke lav: 2,2±0,1% salt (3,0% salt/vand)

### Mikrobiel vækst:

- Jo lavere salt/vand des hurtigere vækst

### Sensorisk accept:

- Saltet bacon: ikke stor forskel på sensorisk accept af bacon med 3,0 hhv. 3,6 % salt svarende til 4,4 hhv. 5,4% s/v.
- Saltet skinke: Stor forskel på sensorisk accept af skinke med 2,2 hhv. 3,0 % salt svarende til 3,0 hhv. 4,0% s/v.



## Konklusion holdbarhed



- Reduktion af saltindhold nedsætter holdbarheden med op til ca. 2 uger afhængig af produkt, hvad der reduceres fra og opbevaringsforhold
- Meget tydelig reduktion i sensorisk holdbarhed når saltindholdet reduceres fra 4% salt/vand til 3% salt/vand
  - Bacon (5,4% til 4,4% s/v) ved 3°C:
    - Kimtallet ca 1½ log højere i saltreduceret bacon efter 3-4 uger
    - Acceptabel smag ikke forskellig efter 8 uger
  - Saltet skinke (4,0% til 3,0% s/v) ved 3°C:
    - Kimtallet ca. 1 log højere i saltreduceret skinke efter 3-4 uger
    - Acceptabel smag markant forskellig efter 7 uger
  - Kogt skinke (3,7% til 2,5% s/v) ved 5°C:
    - Kimtallet ca. 1 log højere efter 3 uger
    - Acceptabel smag ikke forskellige efter 3 uger

## Strategi for Na reduktion



Saltreduktion påvirker sikkerhed, holdbarhed, udbytte og tekstur

- Holdbarhed og fødevarer sikkerhed skal sikres med anden konservering
  - Forsøg
  - Matematiske modeller (patogener)
  
- Reducere salt eller andre Na-holdige ingredienser
  - Ingrediensløsninger:
    - Anvende KCl eller K-laktat, K-acetat osv. (bitter smag)
    - Anvende fosfater (markedskrav?)
    - Anvende kombinationer af stivelser-fibre-proteiner
      - Stivelser til at binde vand og fibre/proteiner til at give tekstur
    - Cost/benefit på kød, ingredienser mv.
    - Smagen ?
  - Teknologiløsninger:
    - Tumbling ved lav temperatur
    - Mindre tilvækst !
    - ...