

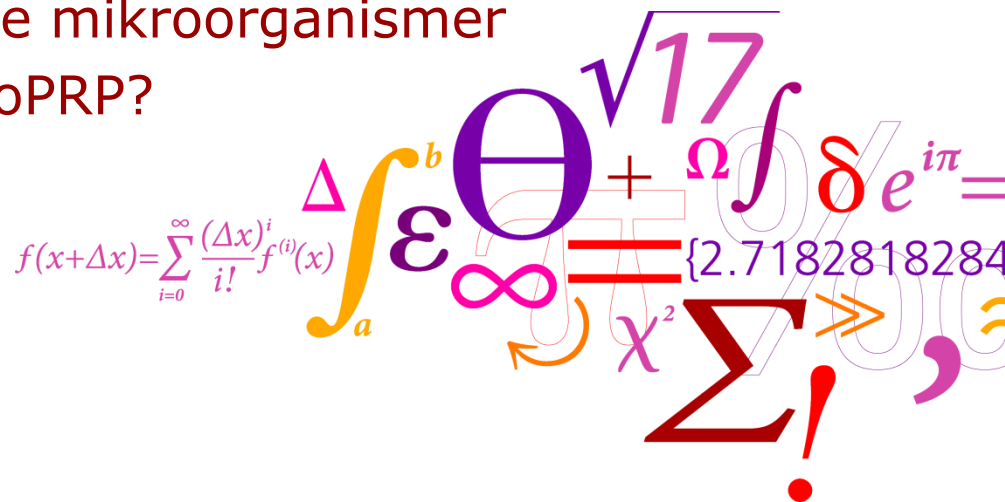
# Sikker fremstilling af fermenterede fødevarer - pølser og kål som cases

Tina Beck Hansen

FVST, Fødevarer Sjælland Fyn

16. maj 2017

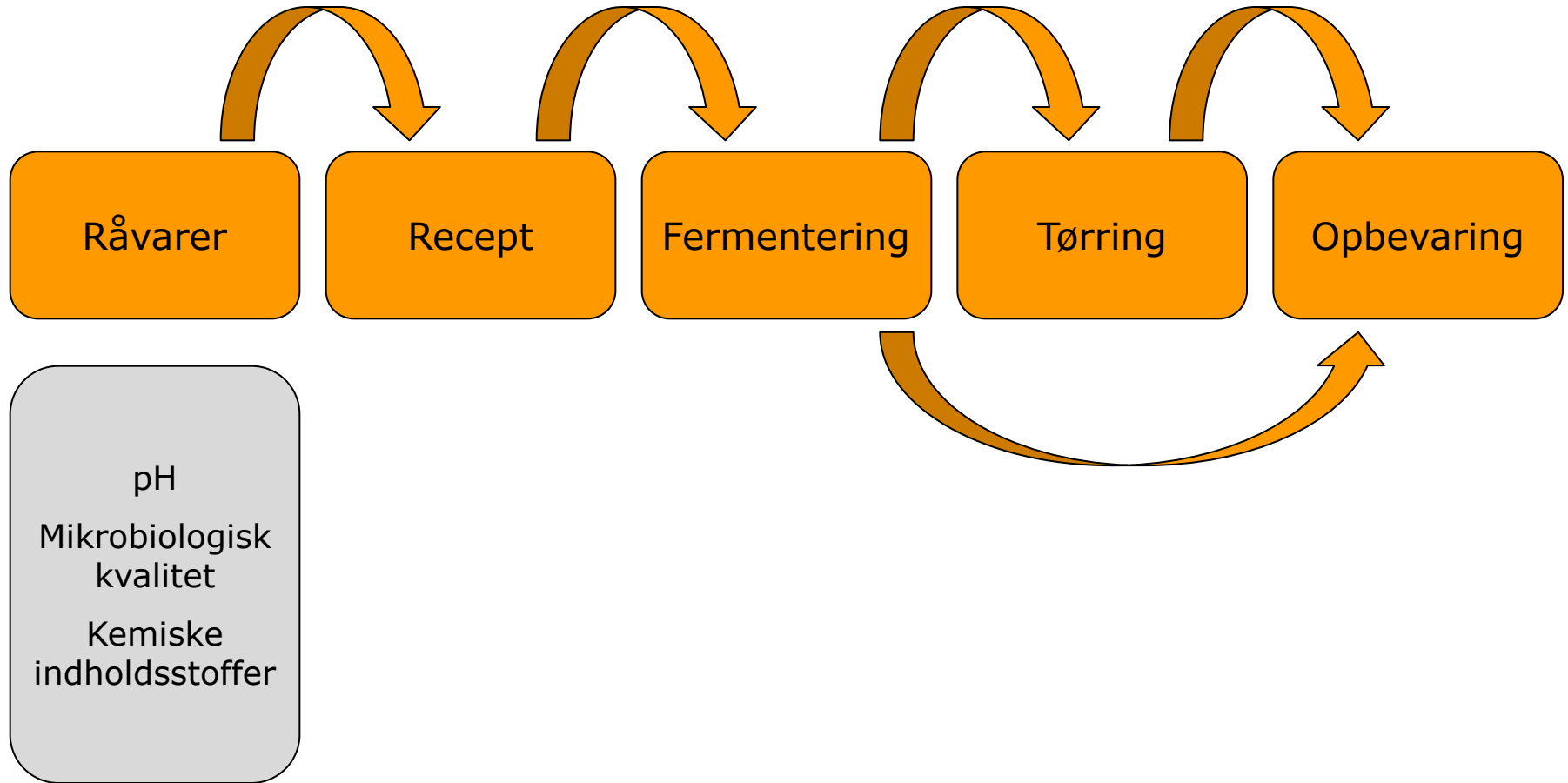
- Generisk fremstilling af fermenterede fødevarer
- Effekt af proces på patogene mikroorganismer
- Styringsmuligheder – CCP, oPRP?
- Kontrolmuligheder



$$f(x+\Delta x) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(\Delta x)^i}{i!} f^{(i)}(x)$$

Other symbols visible:  $\int_a^b$ ,  $\epsilon$ ,  $\Theta$ ,  $\sqrt{17}$ ,  $\Omega$ ,  $\int$ ,  $\delta e^{i\pi} =$ ,  $\infty$ ,  $\chi^2$ ,  $\sum$ ,  $\gg$ ,  $\pi$ ,  $\{2.7182818284\}$ .

# Generisk fermenteringsproces



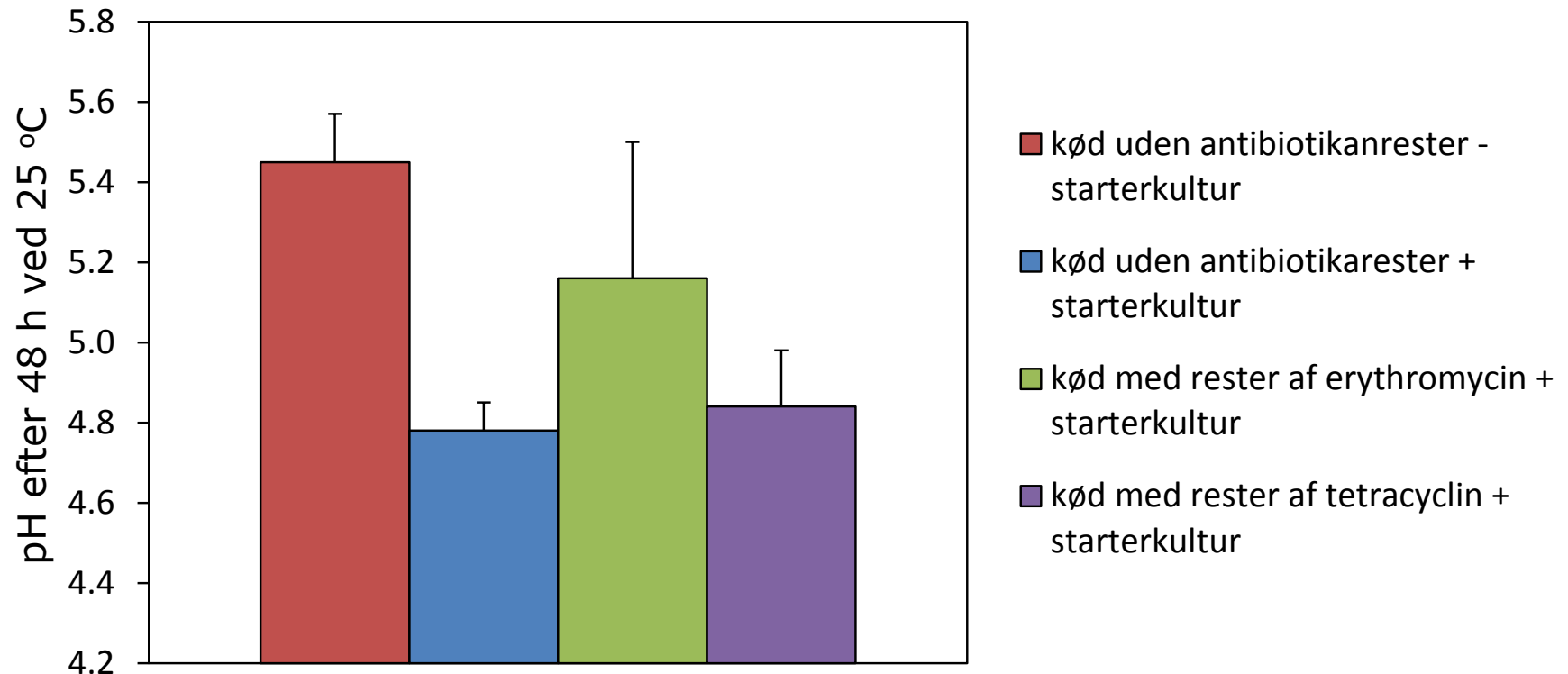
# Råvaren

- Råvaren skal betragtes som substrat for starterkulturen
  - Aminosyrer tilstede
  - Fermenterbar sukker tilstede
- Råvaren skal betragtes som substrat i en fermenteringsproces
  - Konkurrencen fra baggrundsflora
  - Nedsat vækst pga. hæmmende indholdsstoffer

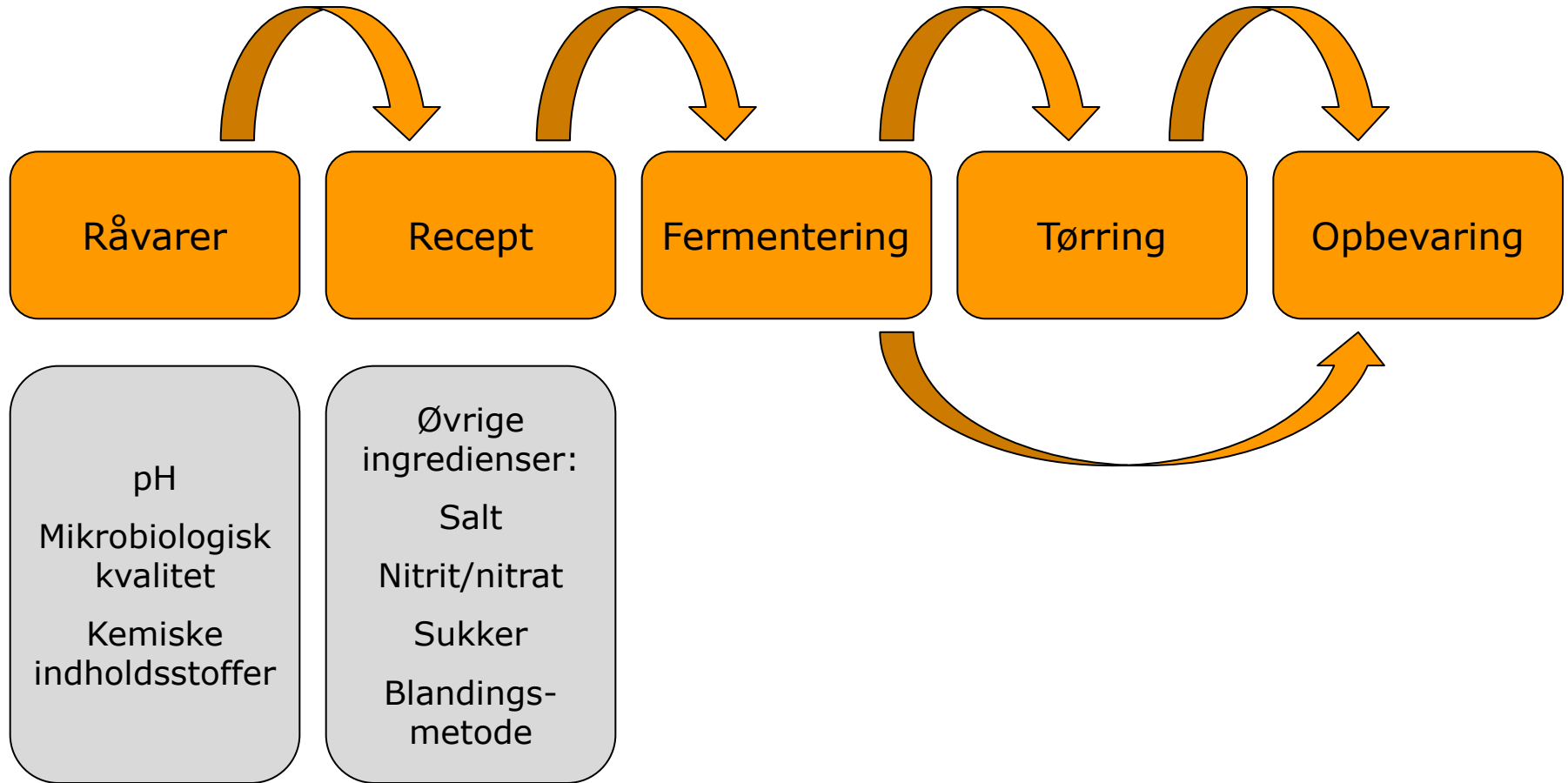
**Kød pH  $\leq$  5,8**  
**Kål ????**

**Råvare med lavt kimal**  
**Kød uden antibiotikarester**

# Råvare til pølse – effekt af antibiotikarester



# Generisk fermenteringsproces



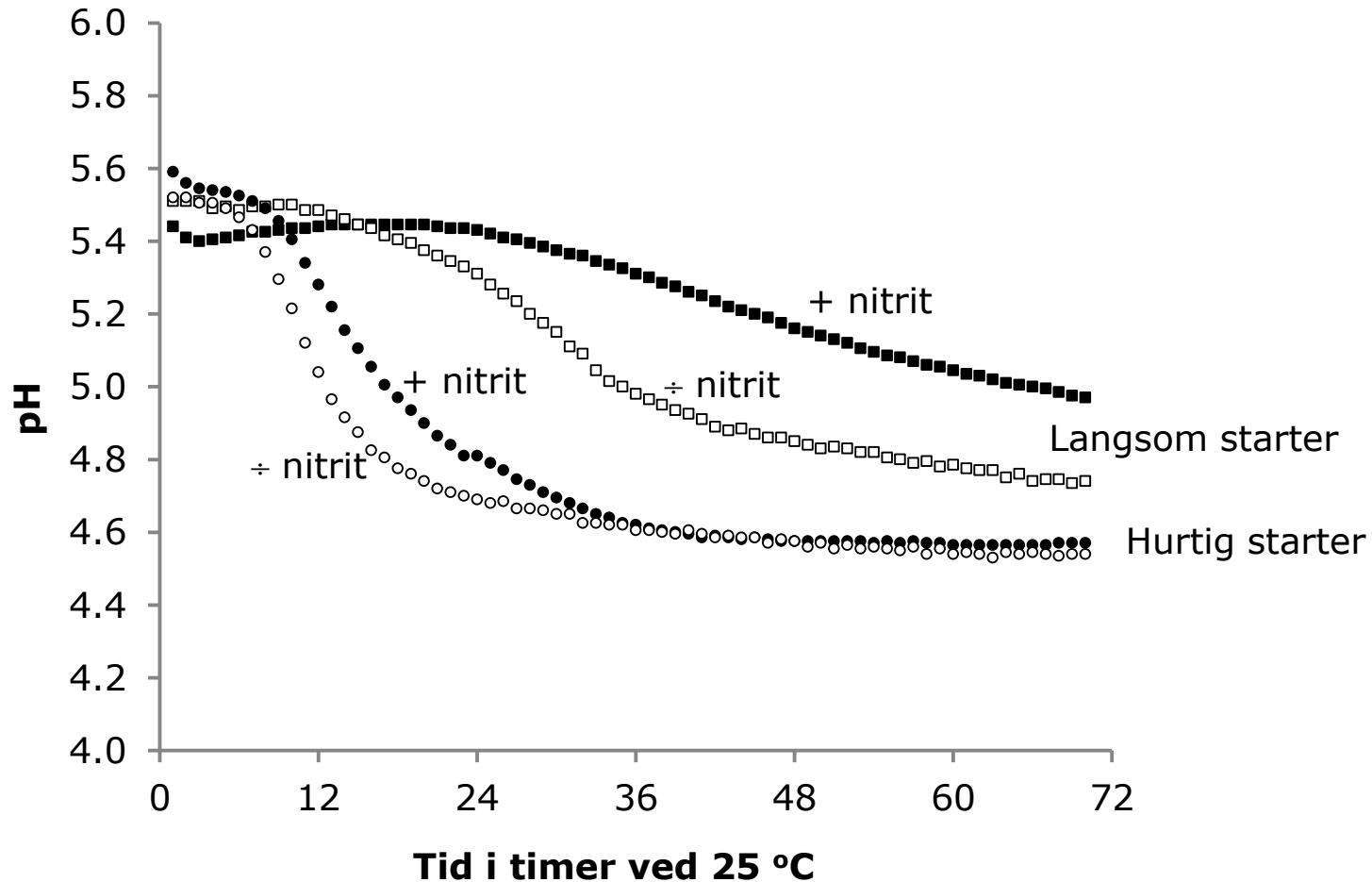
# Recepten

- Mængden af tilsætningsstofferne skal balancere kvalitet og sikkerhed
  - Starterkulturen skal fremmes
  - Patogenerne skal hæmmes
  
- Hakning og blanding skal balancere kvalitet og sikkerhed
  - Starterkulturen skal fremmes
  - Patogenerne skal hæmmes

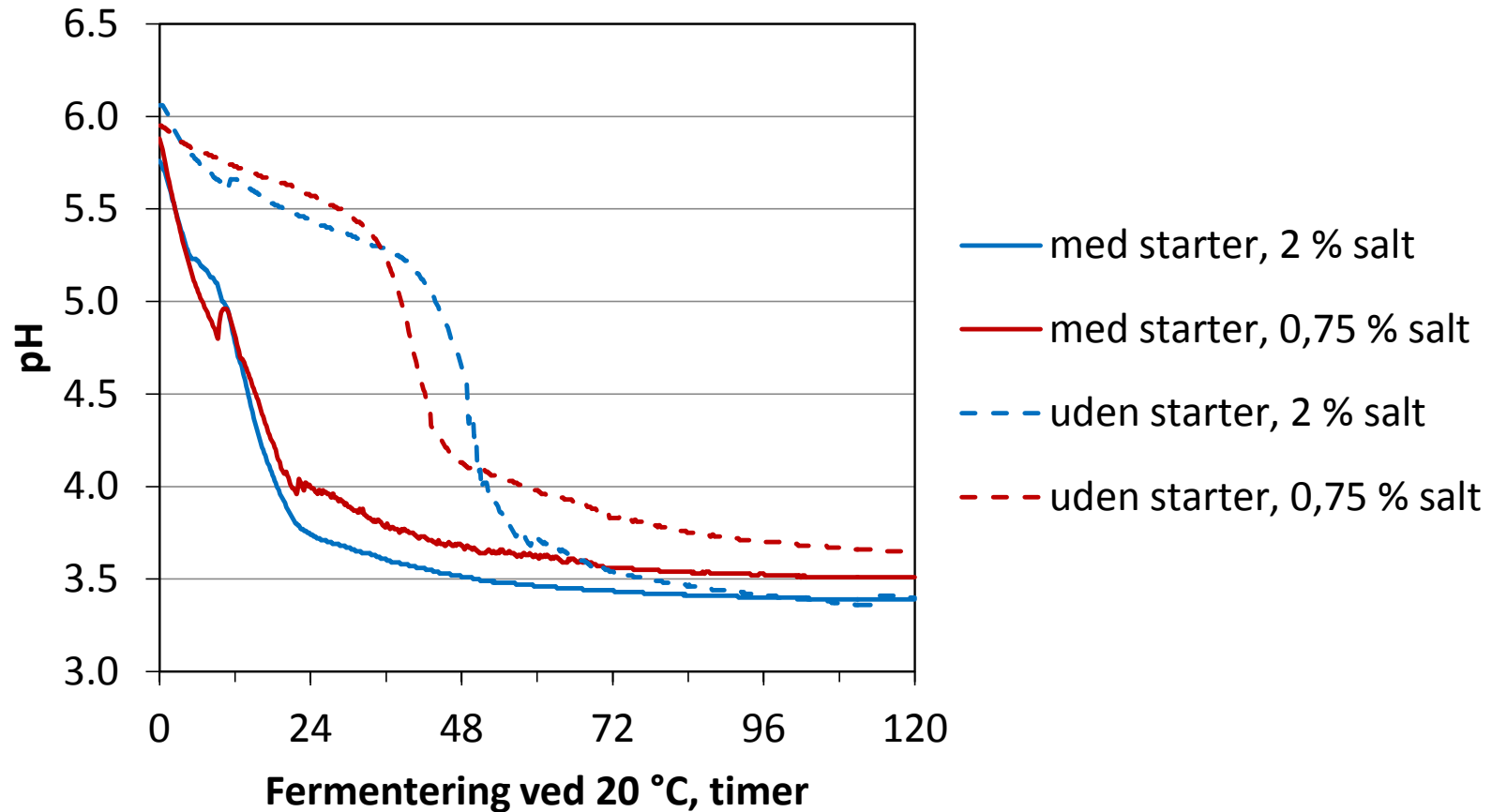
**Salt, maks. 3 %**  
**Kål, salt, 2,25 %**  
**( $a_w \leq 0,965$ )**  
**Nitrit, 100 ppm**  
**Sukker, 0,2-0,7 %**

**Kød, lav  
temperatur**  
**Kål, ???**

# Recepten – effekt af 100 ppm natriumnitrit i pølse

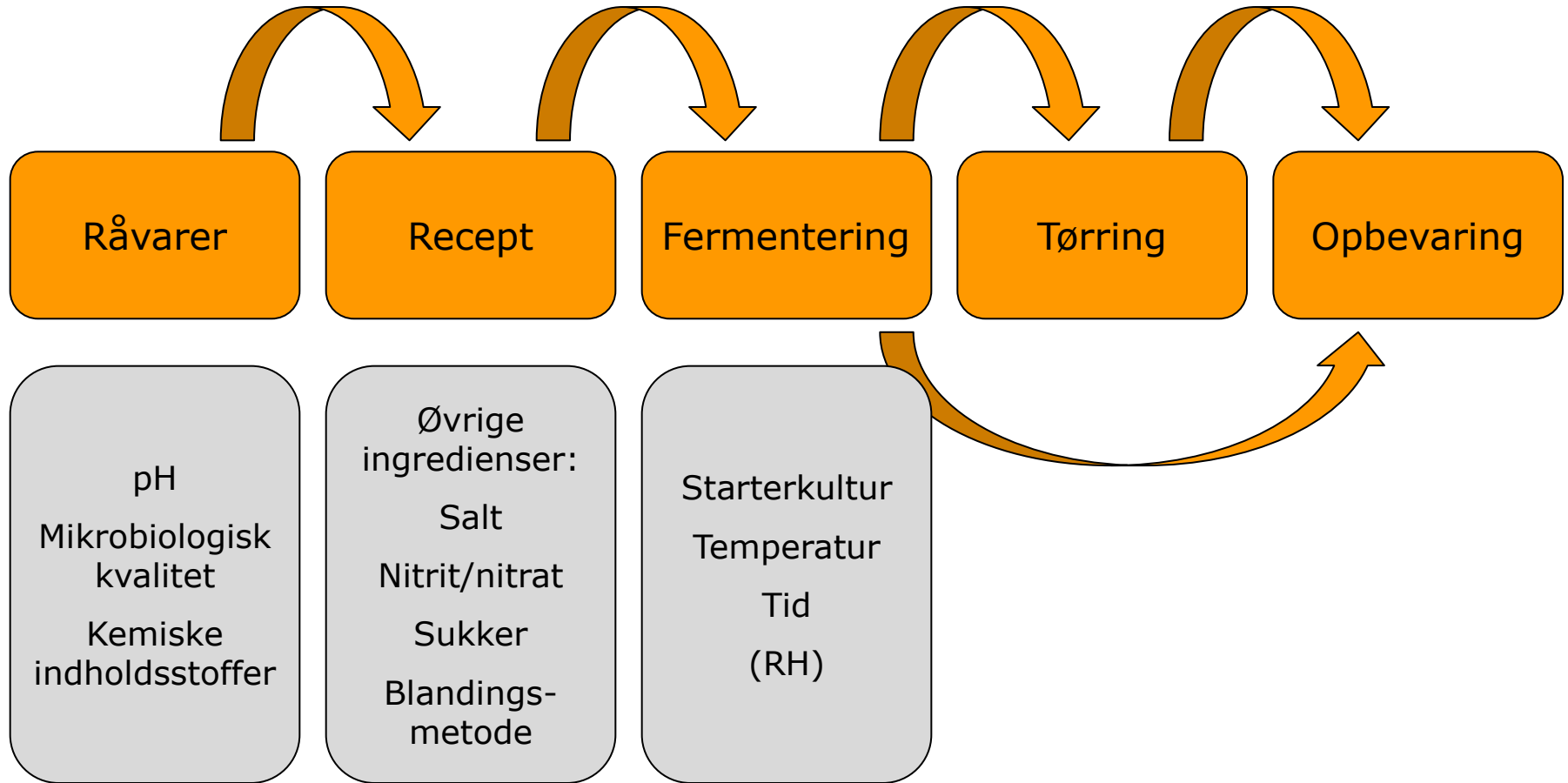


# Recepten – effekt af salt of starter i kål





# Generisk fermenteringsproces



# Fermenteringen

- Betingelserne under fermentering skal sikre et hurtigt pH-fald
  - Valg af starterkultur
  - Temperatur og tid
  
- Betingelserne under fermentering skal forhindre toksindannelse
  - (Kammer) temperatur
  - Tid over 60 °F (ca. 16 °C)

**Pølse,  $\leq 25$  °C**  
**Pølse, indtil pH  $\leq 5,3$**   
**Kål, 18 - 22 °C**

**Pølse, maks. 80 timer indtil pH 5,3**  
**Degree-hours**  
**Kål, maks. 48 timer indtil pH 4,5**

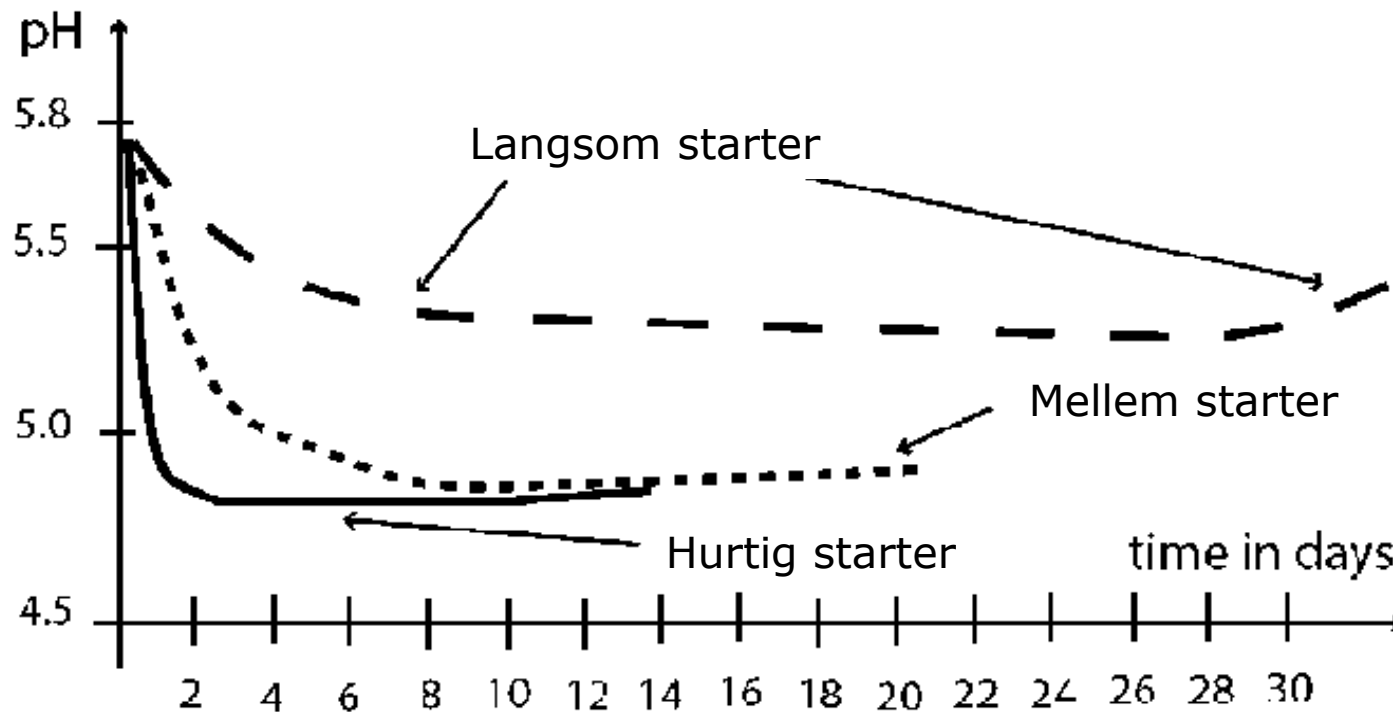
# Fermenteringen – beregning af degree-hours (°F-hours)

- Temperaturdifferencen ( $T_{diff}$ ) fra 60 °F (ca. 16 °C) til den anvendte fermenteringstemperatur i °F, fx 75 °F (ca. 24 °C);  
 $75 - 60 = 15$  °F
- Tiden ( $t_{pH}$ ) over 60 °F indtil pH 5,3 er nået; fx 40 timer
- Degree-hours =  $T_{diff} \times t_{pH} = 15 \times 40 = 600$

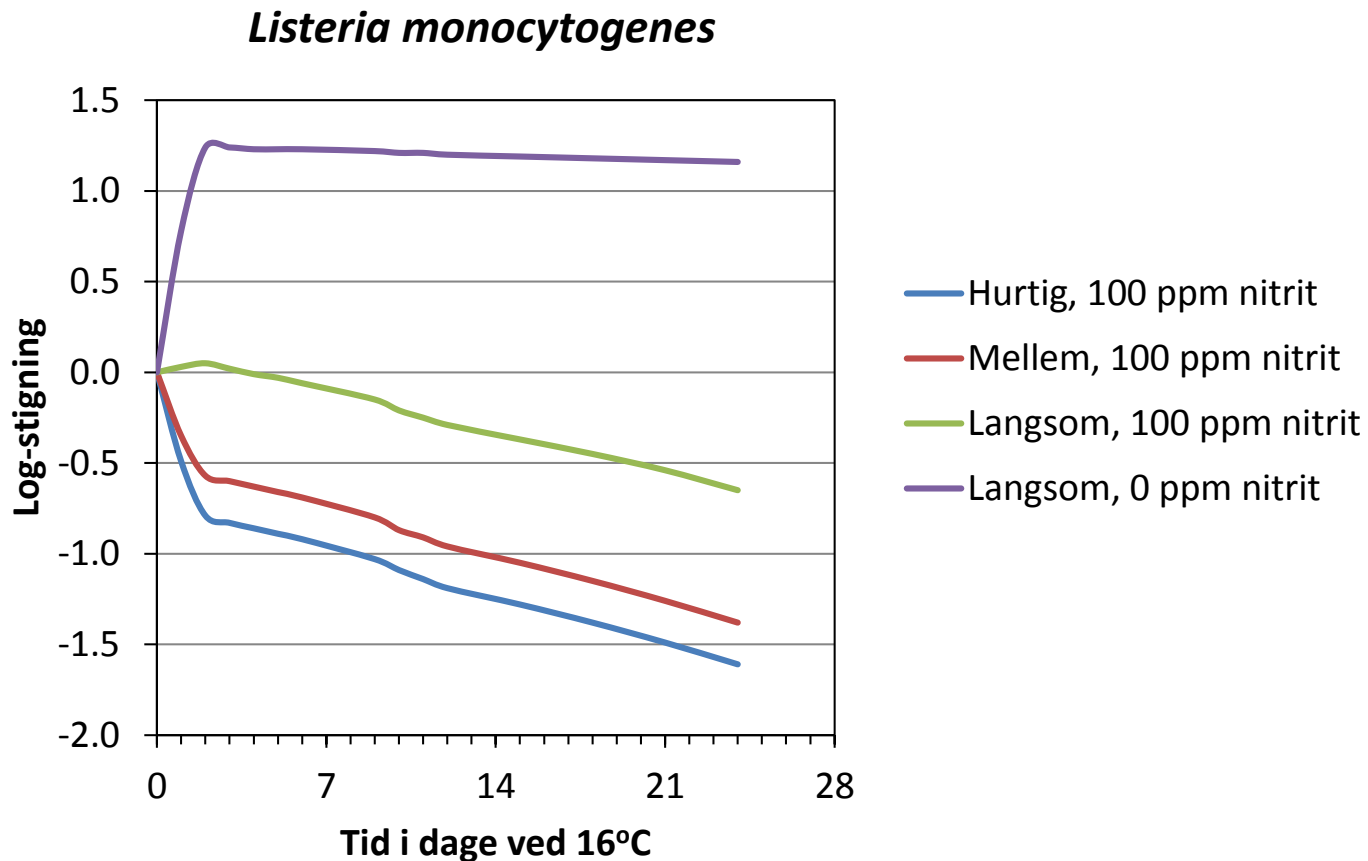
Maks. degree-hours (timer over 15,6 °C)	Maks. kammer temperatur
1200	< 32 °C
1000	32 – 38 °C
900	> 38 °C

$$^{\circ}\text{C} \times 1,8 + 32 = ^{\circ}\text{F}$$

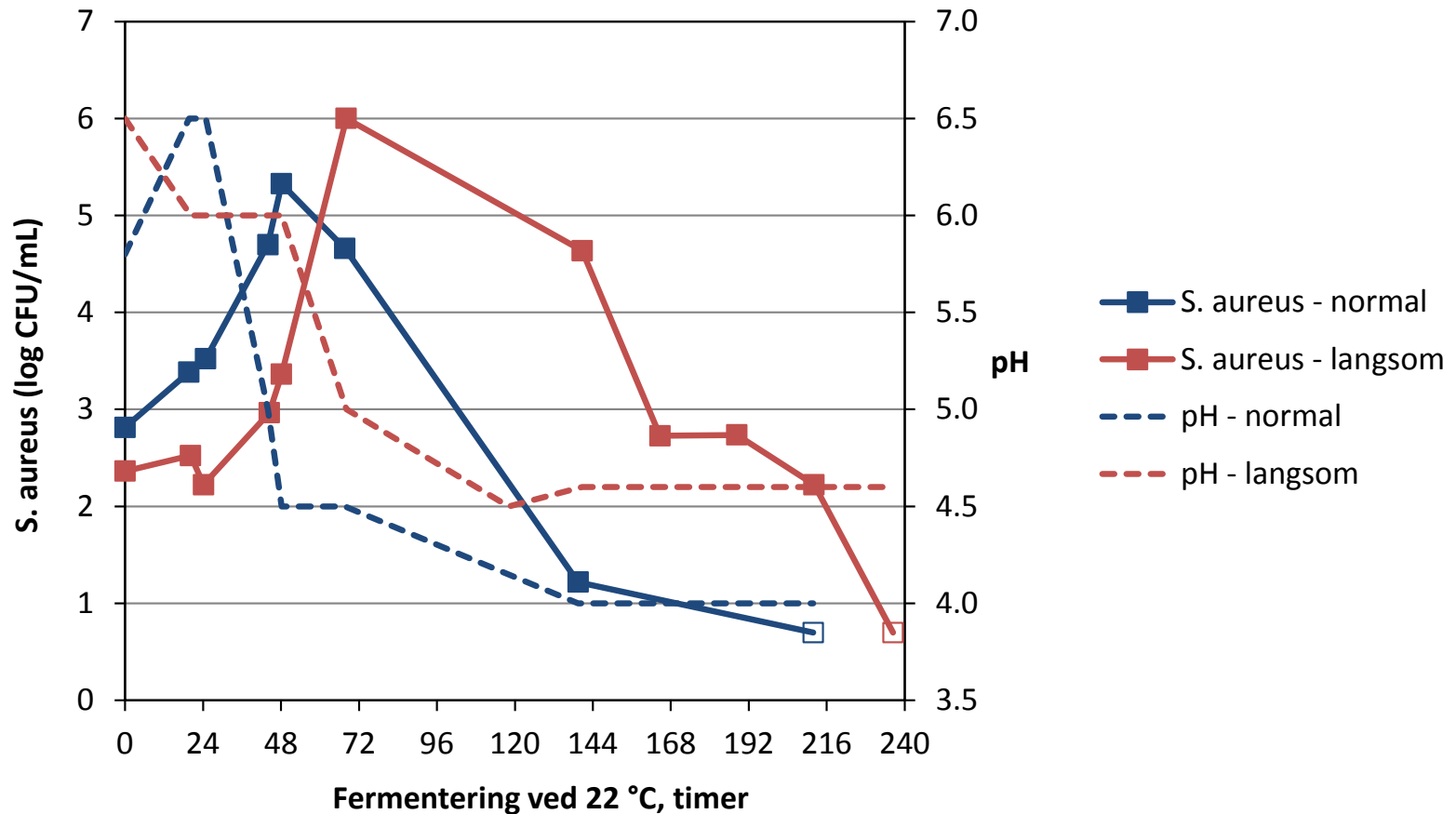
# Fermenteringen – effekt af starterkultur



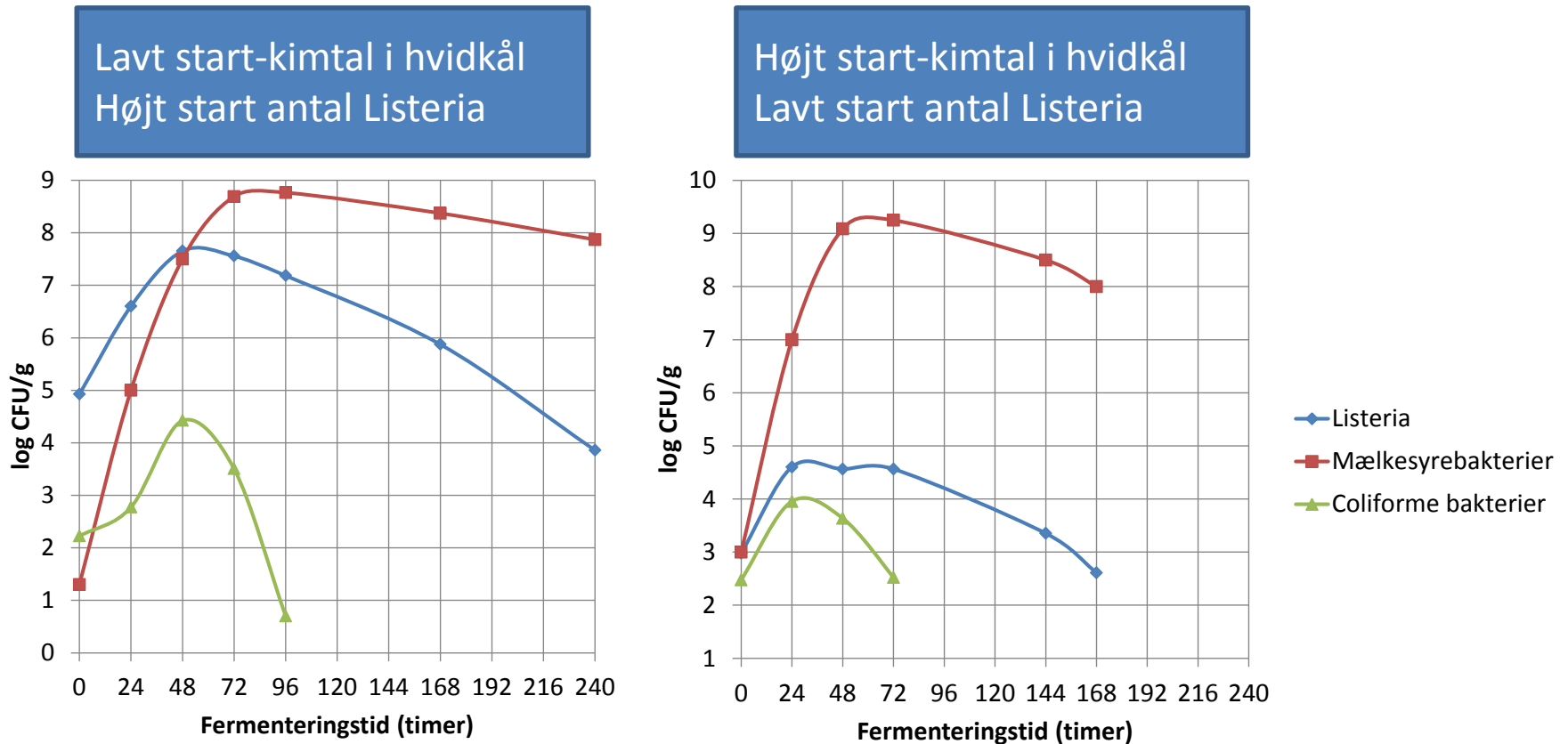
# Pølsefermenteringen – effekt syrningshastighed



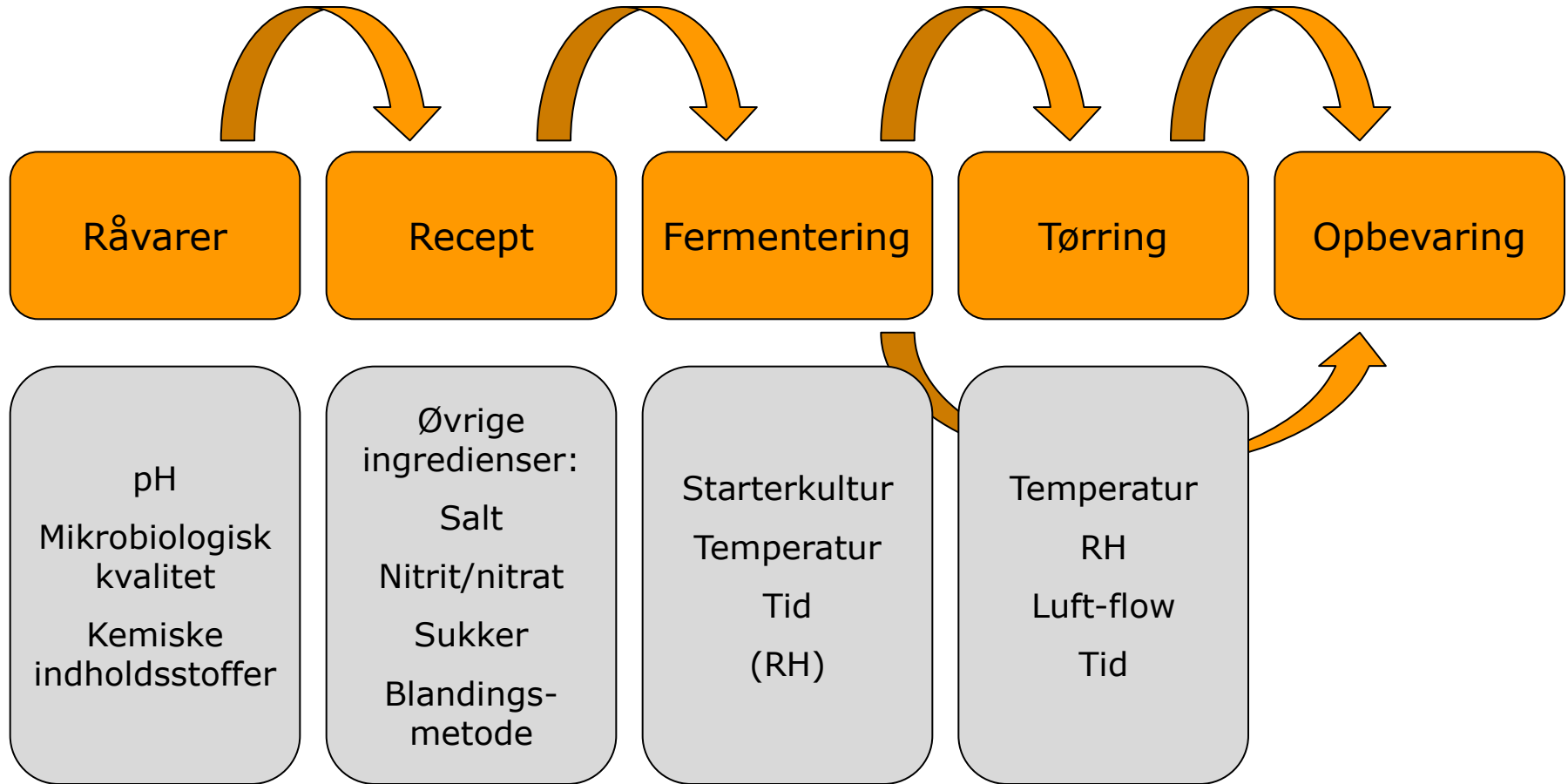
# Fermenteringen af kål – effekt af syrningshastighed (*S. aureus*)



# Spontan fermentering af kål – effekt af start antal mælkesyrebakterier



# Generisk fermenteringsproces





# Tørringen (modningen)

- Betingelserne under tørring skal sikre en lav  $a_w$

- Temperatur og relativ luftfugtighed
- Tid

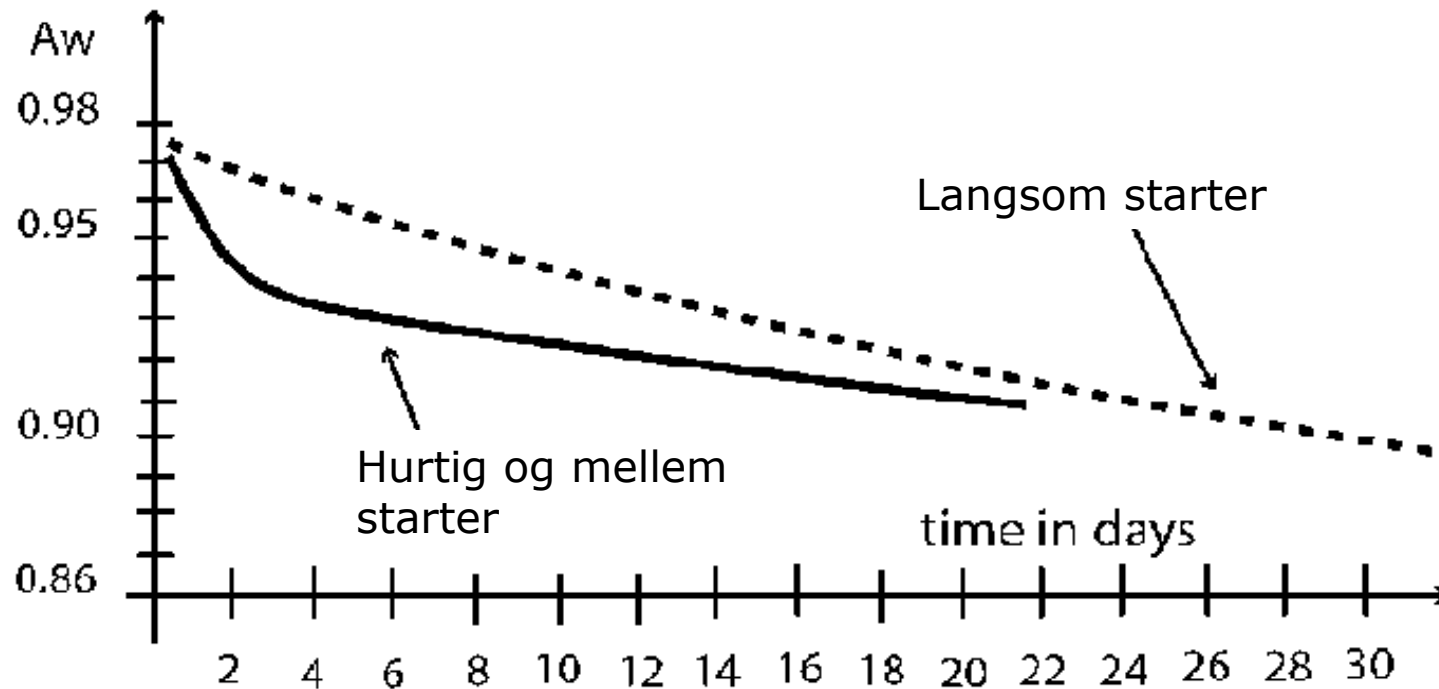
**$\leq 15 \text{ }^\circ\text{C}$**   
**RH 5-10 enheder under produkt**  
**Indtil  $a_w < 0,91$**

- Betingelserne under tørring skal forhindre vækst af patogener og helst også reducere dem

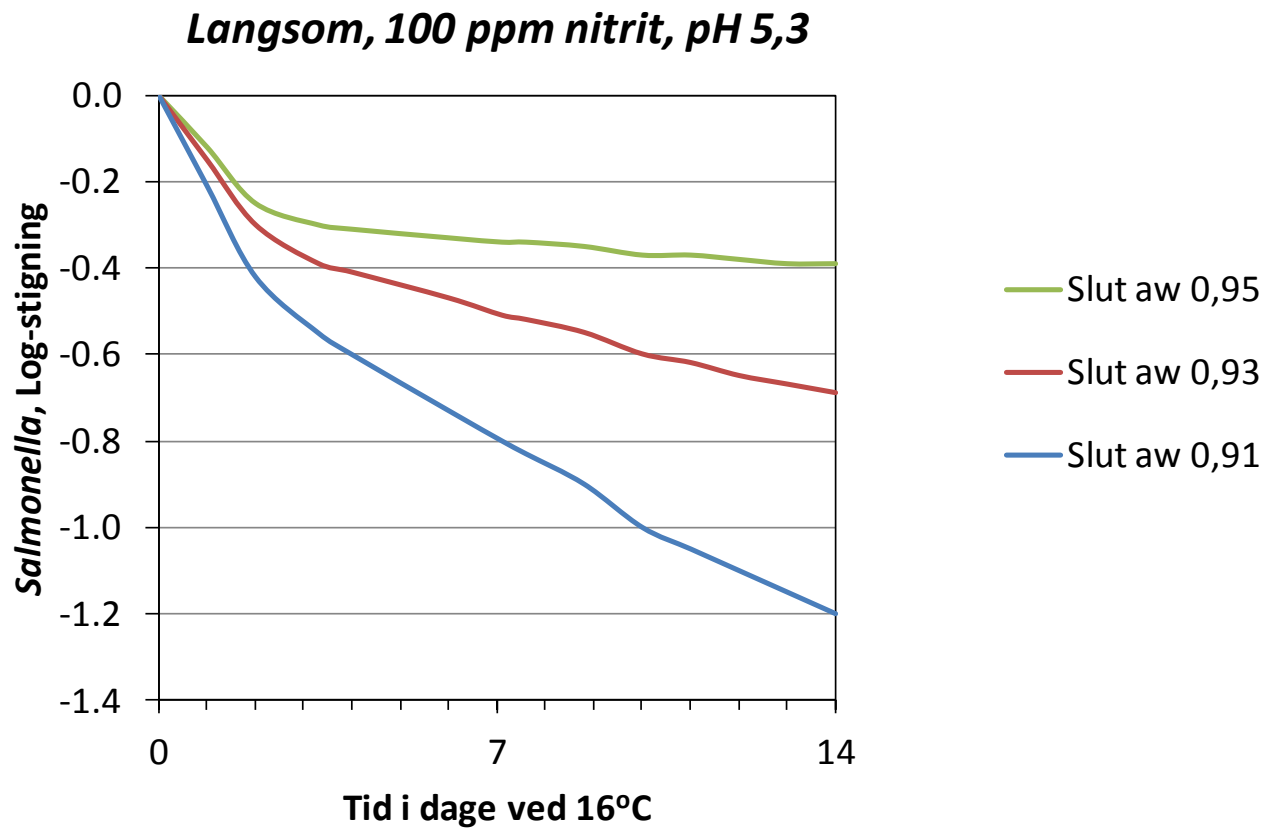
- Temperatur, relativ luftfugtighed, tid
- Recept

**Ingen vækst når slut  $a_w \leq 0,95$**   
**Reduktion receptafhængig (DMRIpredict)**

# Tørringen – effekt af starterkultur

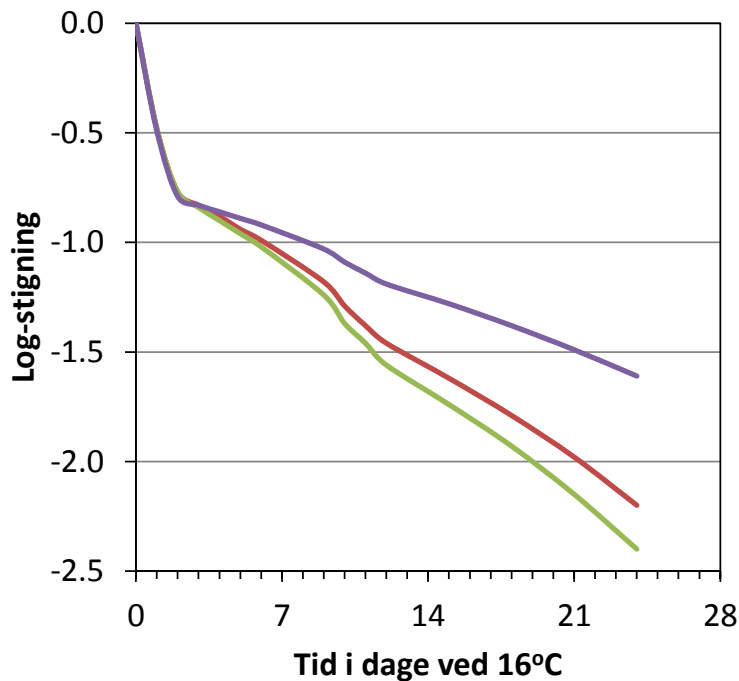


# Tørringen – effekt af slut $a_w$

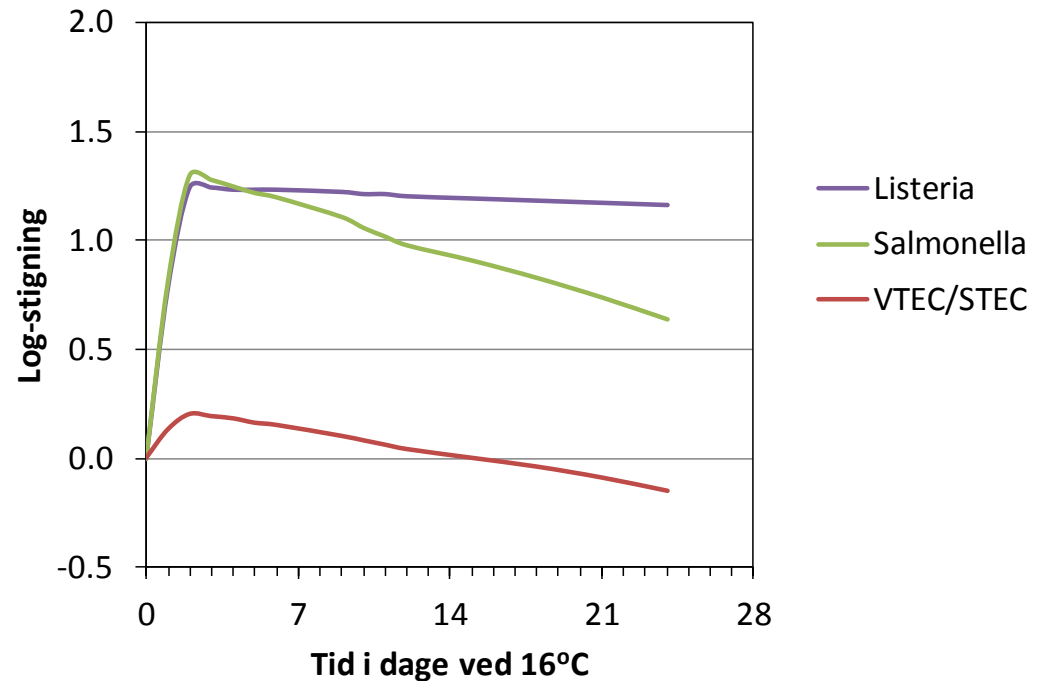


# Tørringen – effekt af recept

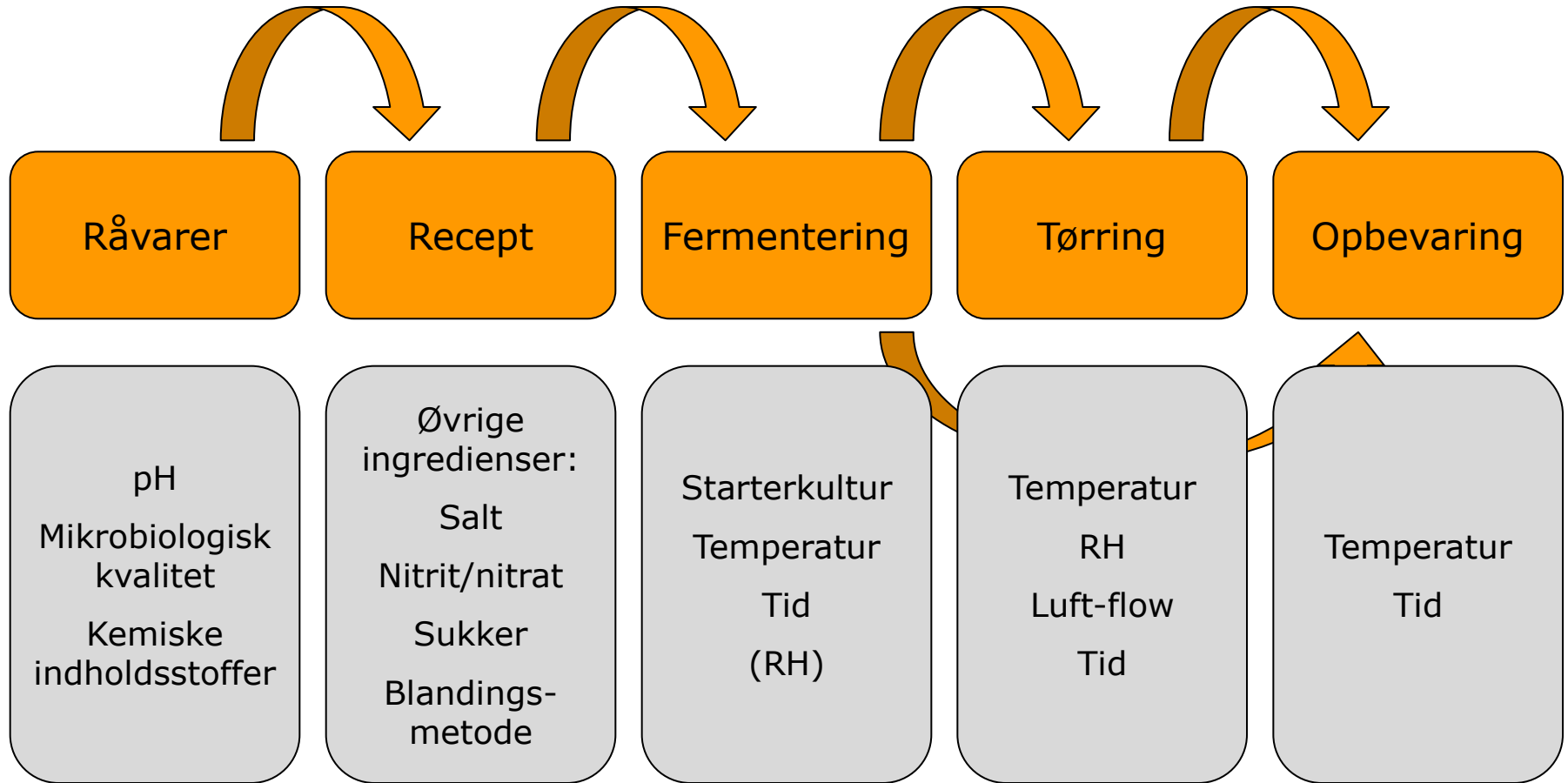
*Hurtig, 100 ppm nitrit*



*Langsom, 0 ppm nitrit*



# Generisk fermenteringsproces



# Opbevaringen

- Betingelserne under opbevaring skal fortsat forhindre vækst af patogener og gerne reducere dem yderligere

- Temperatur og tid
- Starterkultur

**Pølse, når  $a_w \leq 0,95$ , større reduktion jo højere temperatur**

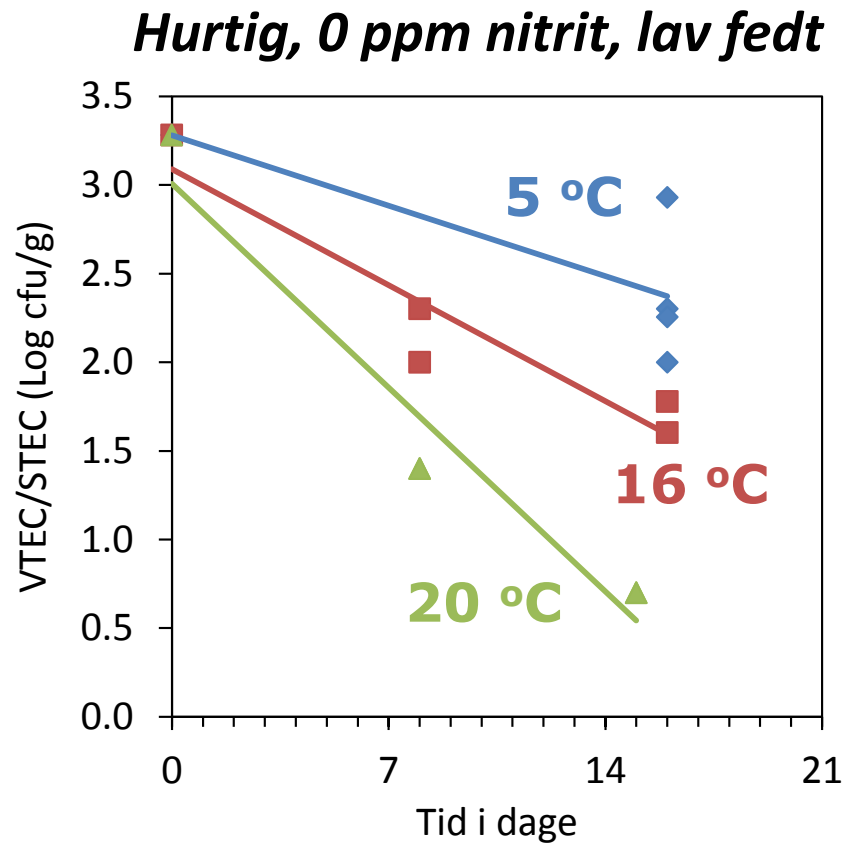
**Kål, når  $pH < 4,5$ , større reduktion jo højere temperatur**

- Betingelserne under opbevaring skal forhindre skimmelvækst på overfladen

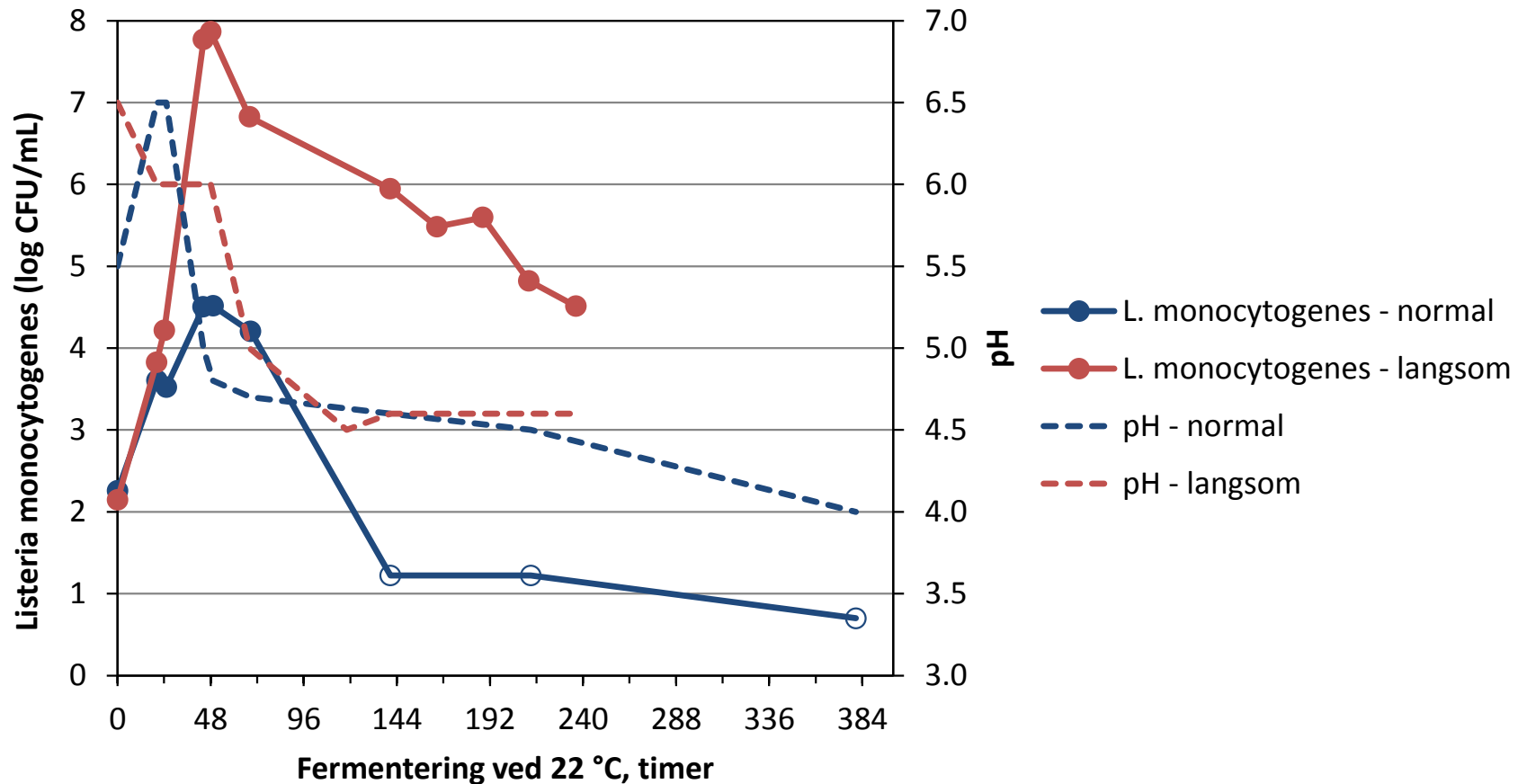
- Fjerne ilt
- Røgning
- Skimmelstarter
- Andre tilsætningsstoffer

**Gør noget så uønsket skimmel undgås**

# Opbevaringen, pølse – effekt af temperatur



# Opbevaring, kål – effekt af tid (*Listeria monocytogenes*)





# Guideline – opbevaring af nitratsaltede spegepølser

Pølsetype	Modning	pH	$a_w$	Eks.	Opbevaring
Tør, skimmelmodnet	>4 uger 10-15 °C	$\leq 5,3$	$\leq 0,90$	Italiensk salami	< 25 °C
Tør, traditionel	>4 uger $\leq 10$ °C	-	$\leq 0,90$	Tysk Dauerwurst	< 25 °C
Halvtør, skimmelmodnet	<4 uger <15 °C	$\leq 5,3$	$\leq 0,95$	Franske og spanske	< 15 °C
Halvtør, uden skimmel	10-20 dage <15 °C	$\leq 5,3$	$\leq 0,95$	Tyske, hollandske og skandinaviske	< 15 °C
Smørbar	<3 dage	$\leq 5,3$	$> 0,95$	Dansk teepølse	< 7 °C

# Pølse, styringsmuligheder – CCP/oPRP?

## Generiske muligheder

- Anvende kød med lavt start-kimtal
- Tilsætte salt
- Tilsætte nitrit/nitrat
- Sænke pH til  $< 5,3$  ved fermentering
- Sænke  $a_w$  (vandaktivitet) til  $< 0,91$  ved tørring



**Hurdle effekt**

## Ekstra muligheder

- Anvende biokonserverende kulturer
- Varmebehandle
- Højtryksbehandle
- Forlænge modningen

# Kål, styringsmuligheder – CCP/oPRP?

Generiske muligheder

- Sænke pH til  $< 4,5$  på maks. 2 døgn ved fermentering
- Fortsætte fermenteringen ved ca.  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  i mindst 4 døgn

# Kontrolmuligheder – tilgængelige parametre ved tilsyn

## Det færdige produkt

- pH
- $a_w$
- Holdbarhed

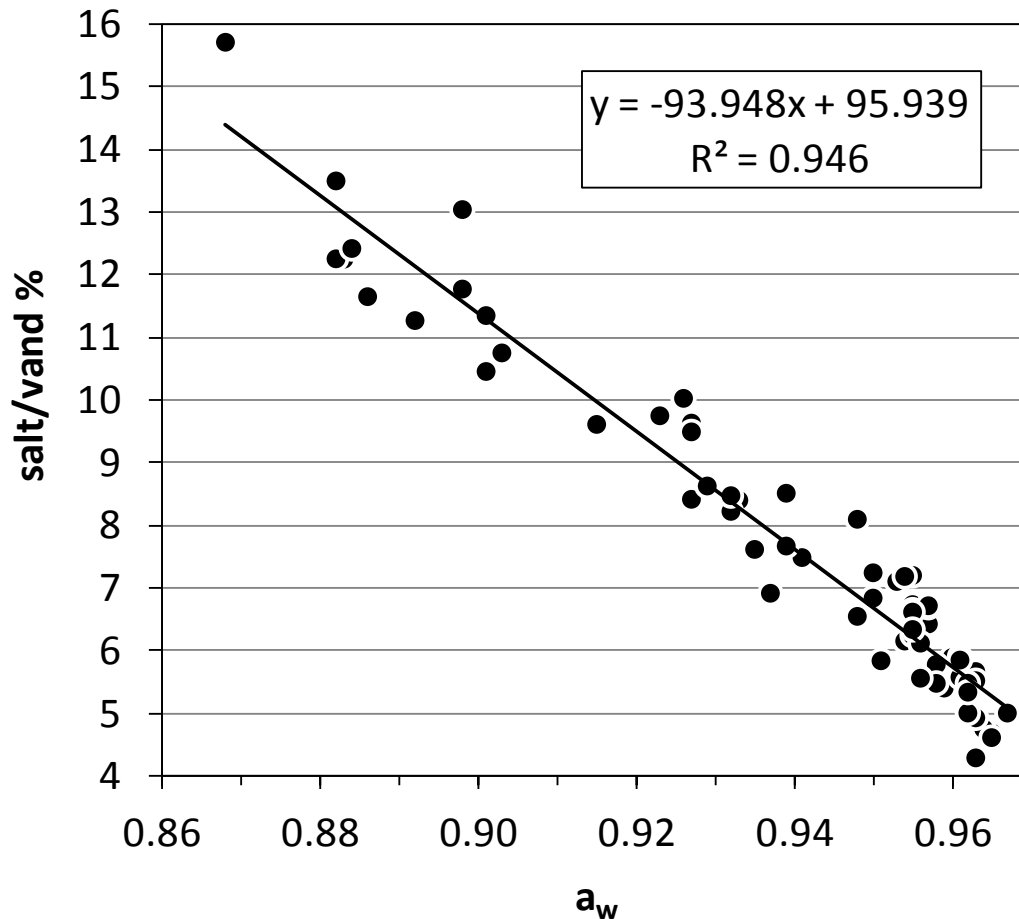
## Recepten mm.

- Salt-tilsætning
- Nitrit-tilsætning
- Starterkultur
- Vægttab
- pH-målinger
- Fermenteringstid

# Pølse, kontrolmatrix – fermentering X vægttab

Kontrolmatrix		Tør	Halvtør	Smørbar
		Vægttab 25-50 %	Vægttab ca. 20 %	Vægttab < 10 %
Hurtig	Slut pH 4,6-4,8	pH < 5,0 efter 2 dage	pH < 5,0 efter 2 dage	pH < 5,0 efter 2 dage
Mellem	Slut pH Ca. 4,8	pH < 5,3 efter 80 timer $a_w < 0,93$	pH < 5,3 efter 80 timer $a_w < 0,93$	Skal indeholde nitrit pH < 5,3 efter 80 timer $a_w < 0,95$
Langsom	Slut pH 5,3-5,6	Skal indeholde nitrit $^{\circ}\text{F-hours} < 1200$ $a_w < 0,90$	Skal indeholde nitrit $^{\circ}\text{F-hours} < 1200$ $a_w < 0,90$	Kan ikke laves sikkert nok!

# Sammenhæng mellem $a_w$ og salt/vand%



$a_w$	Salt/vand %
0,97	4,8
0,96	5,7
0,95	6,7
0,94	7,6
0,93	8,6
0,92	9,5
0,91	10,4
0,90	11,4
0,89	12,3
0,88	13,3
0,87	14,2

# Case: Økologisk spegepølse

## RAW MATERIALS

300 sausages

- Beef meat            76.2 kg
- Sodium chloride 2.4 kg
- Spices                1.2 kg
- Dextrose            300 g
- Starter culture

## CONTACT MATERIALS

Plastic casings

## PROCESSING STEPS

1. Chopping meat and mixing all ingredients (0-2 °C)
2. Stuffing batter into casings (2-5 °C)
3. Fermenting for 48 h at 16 °C (pH 4.8-5.0)
4. Drying for 8-10 d with gradually decreasing temperatures from 16 to 13 °C
5. Releasing for retail market (sausage weight 220 g)
6. Vacuum packaging and labelling
7. Distributing to retail (max. 5 °C)
8. Displaying at retail

## SAUSAGE CHARACTERISTICS

- Weight loss ca. 18 %
- Final pH 4.8
- Final  $a_w$  0.955
- Shelf-life 120 days at max. 5 °C

# Referencer

- Birk et al. (2016):** Growth potential of exponential- and stationary-phase *Salmonella* Typhimurium during sausage fermentation. Meat Science 121, 342-349.
- Gunvig et al. (2016):** ConFerm - A tool to predict the reduction of pathogens during the production of fermented and matured sausages. Food Control 67, 9-17.
- Hansen et al. (2011):** Suggestion for a decision support tool (DST) for corrective storage of sausages suspected for VTEC survival during fermentation and maturation. ICPMF7 Proceedings.
- Kjeldgaard et al. (2012):** Residual Antibiotics Disrupt Meat Fermentation and Increase Risk of Infection. Mbio 3(5), 1-4.
- Lücke (1994):** Fermented meat products. Food Research International 27, 299-307.
- Lücke (2000):** Quality and safety issues in fermented meat products. Joint meeting of the society of applied microbiology (UK) and the Estonian society for microbiology on "microbiological safety of food". Slides.

<http://www.meatsandsausages.com/sausage-types/fermented-sausage>



# Vækstkarakteristika

Bakterie	Sygdom	Min. pH	Min. a <sub>w</sub>	Min. temp.
<i>Salmonella</i>	Infektion	3,8	0,95	5°C (7°C)
VTEC/STEC	Infektion	4,4	0,95	7°C
<i>Listeria</i>	Infektion	4,4 (20°C) 4,6 (7-10°C) 5,2 (4°C)	0,92	<1°C
<i>S. aureus</i>	Toksin	4,2	0,85	7°C (10°C)
<i>B. cereus</i>	Toksikologisk infektion, toksin	4,7 (7°C) 4,9 (6°C) 5,1 (5°C)	0,93	4°C (10°C)
<i>C. botulinum</i>	Toksin	4,6 5,0 (<10°C)	0,93 / 0,97	10°C / 3°C
<i>C. perfringens</i>	Toksikologisk infektion	5,0	0,93	12°C

Kilde: ICMSF 1996