

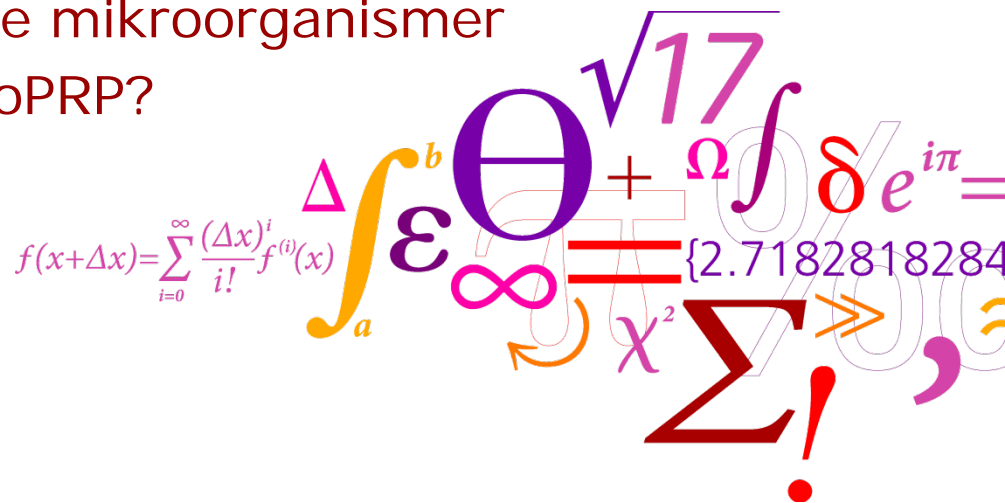
Sikker fremstilling af fermenterede fødevarer - pølser og kål som cases

Tina Beck Hansen

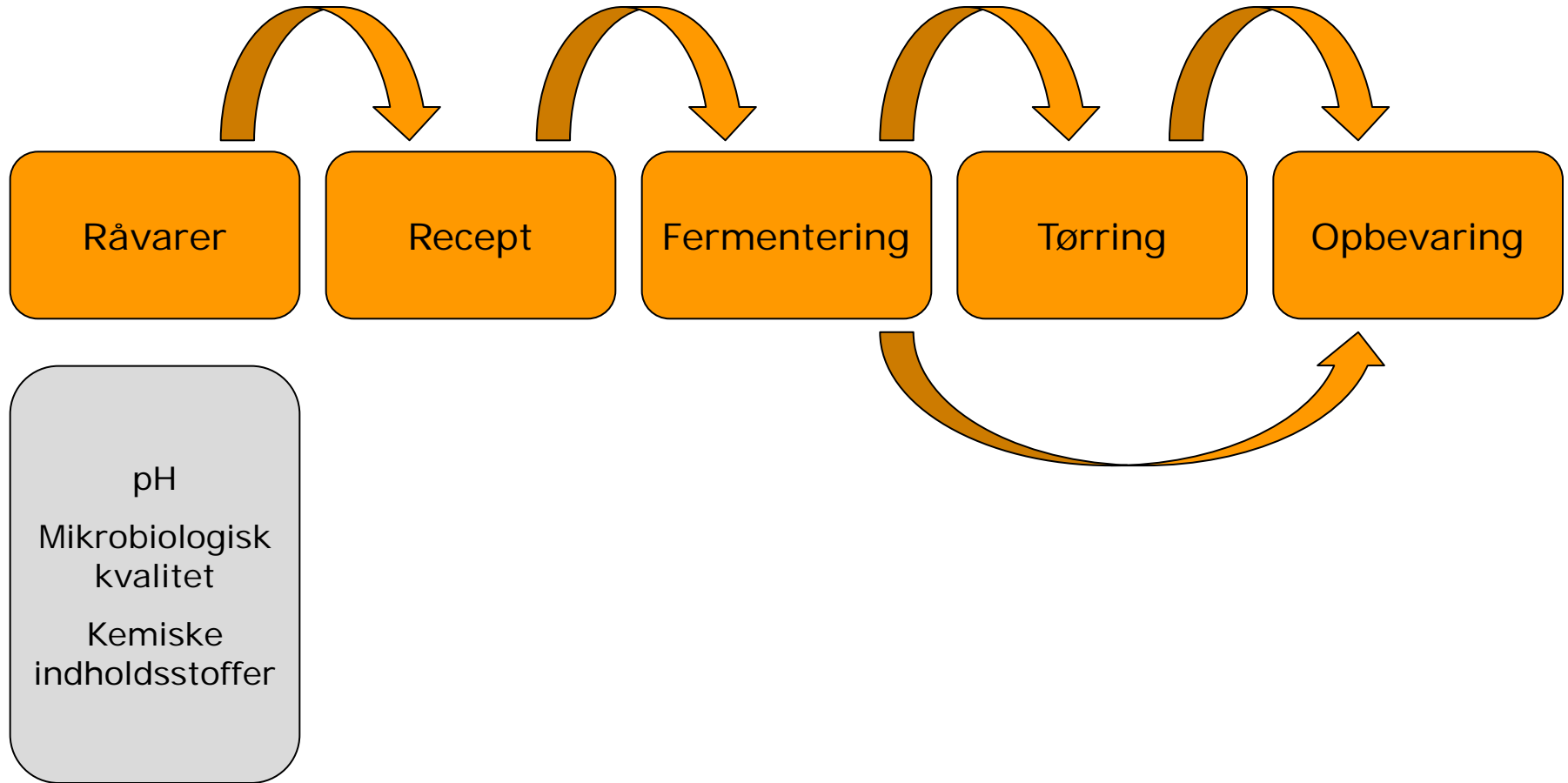
FVST, Fødevare København

5. september 2017

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



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

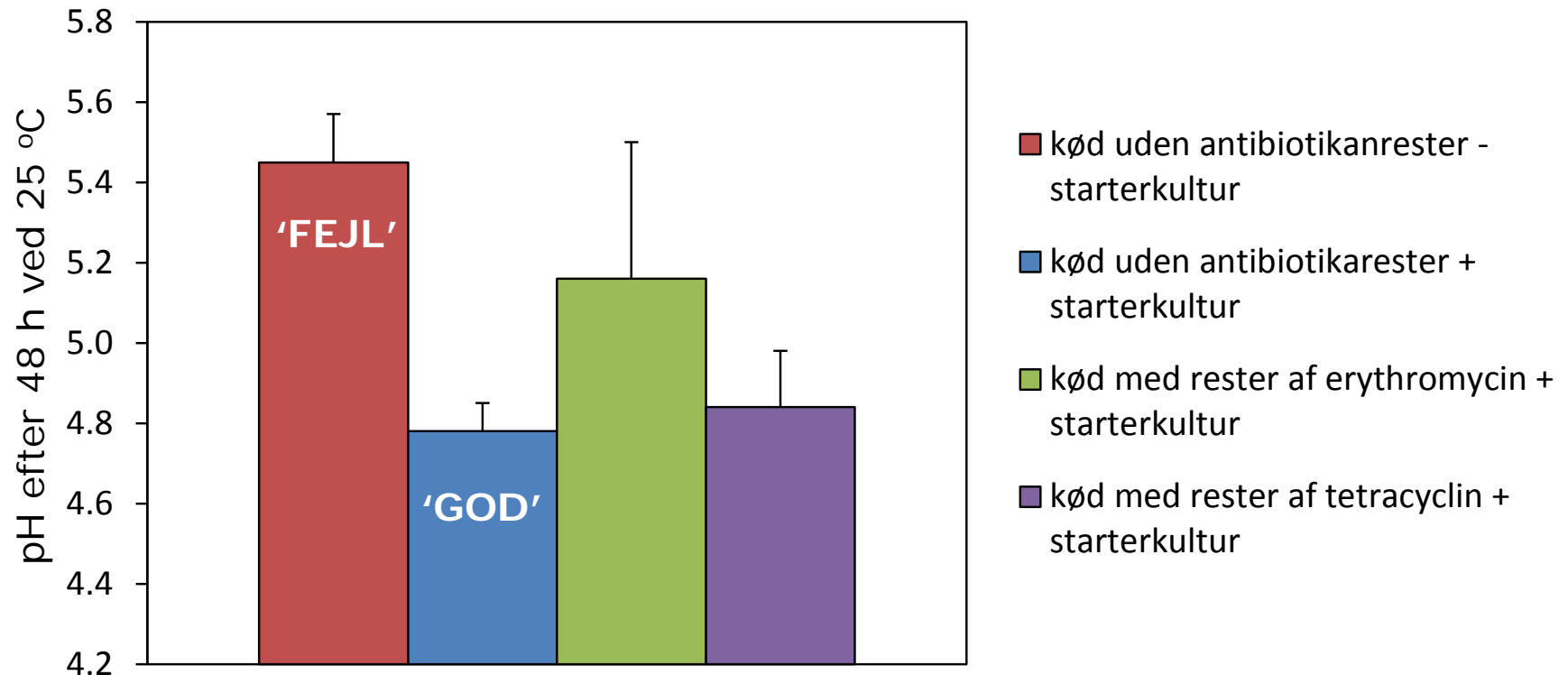
Kød pH \leq 5,8

Kål ????

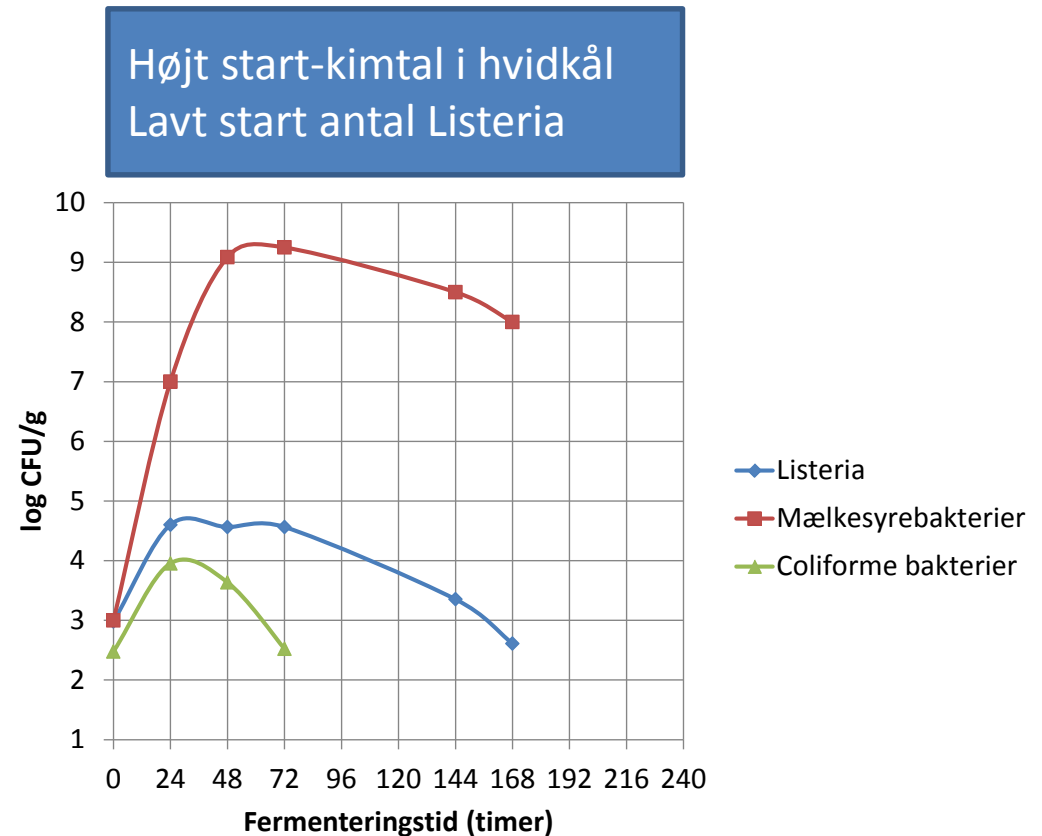
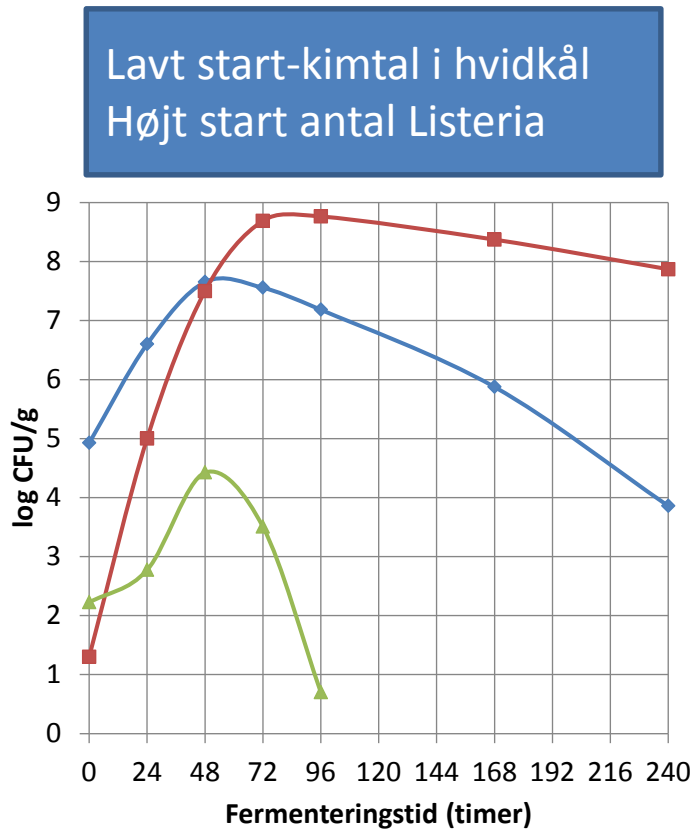
**Råvare med lavt
kimal**

**Kød uden
antibiotikarester**

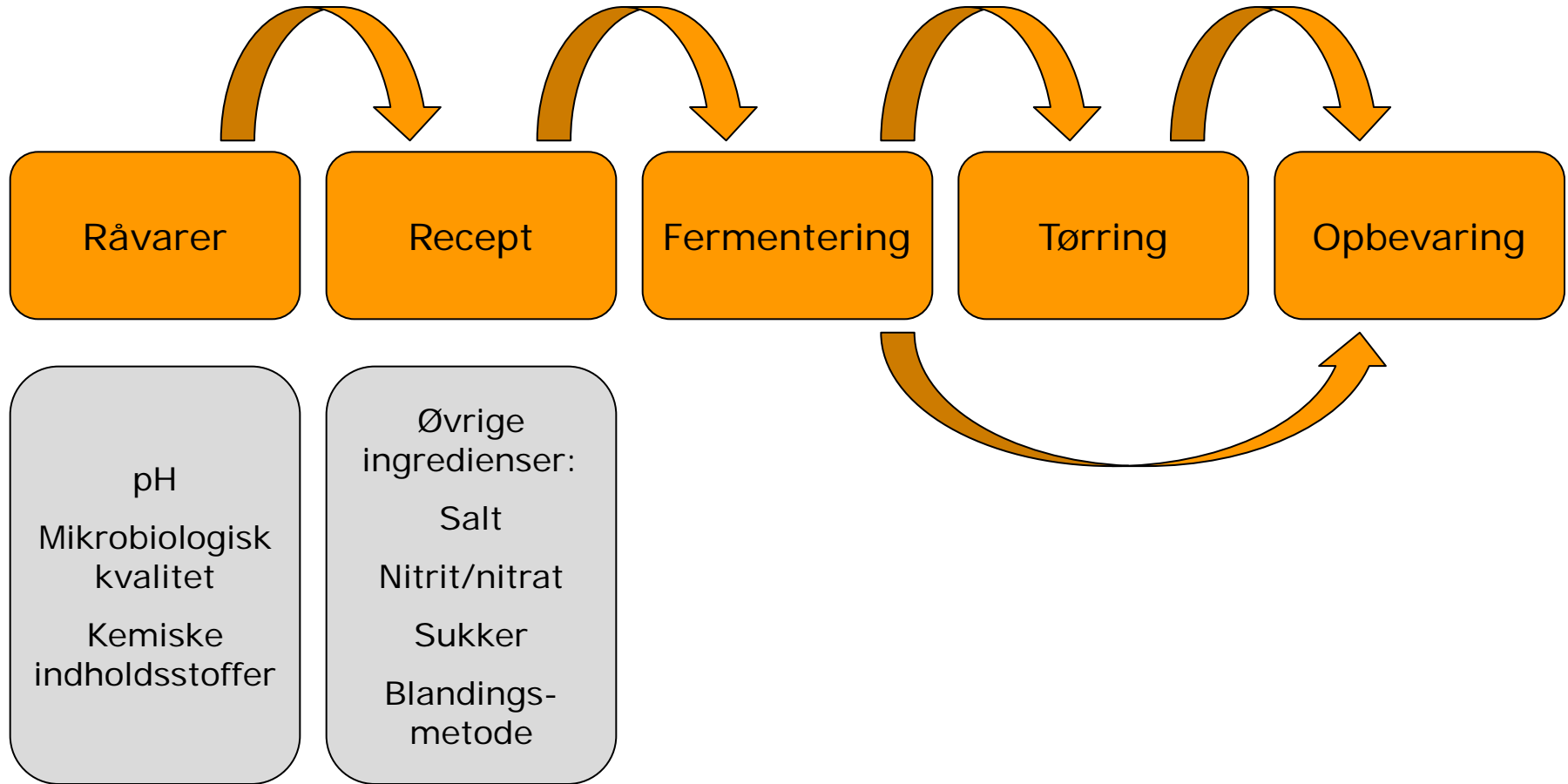
Råvare til pølse – effekt af antibiotikarester



Råvare til kål – effekt af start antal mælkesyrebakterier



Generisk fermenteringsproces



Recepten

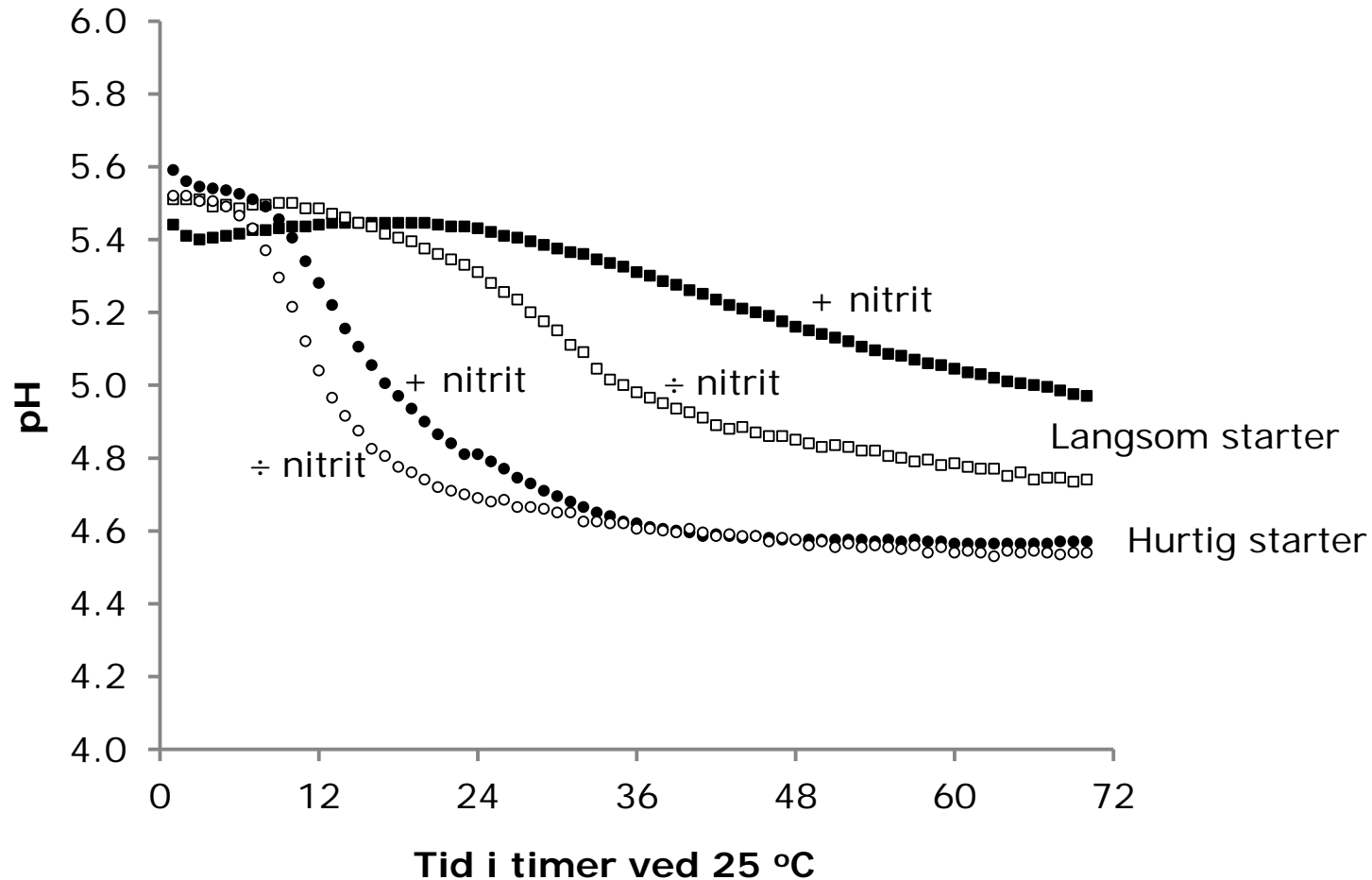
- Mængden af tilsætningsstofferne skal balancere kvalitet og sikkerhed
 - Starterkulturen skal fremmes
 - Patogenerne skal hæmmes

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

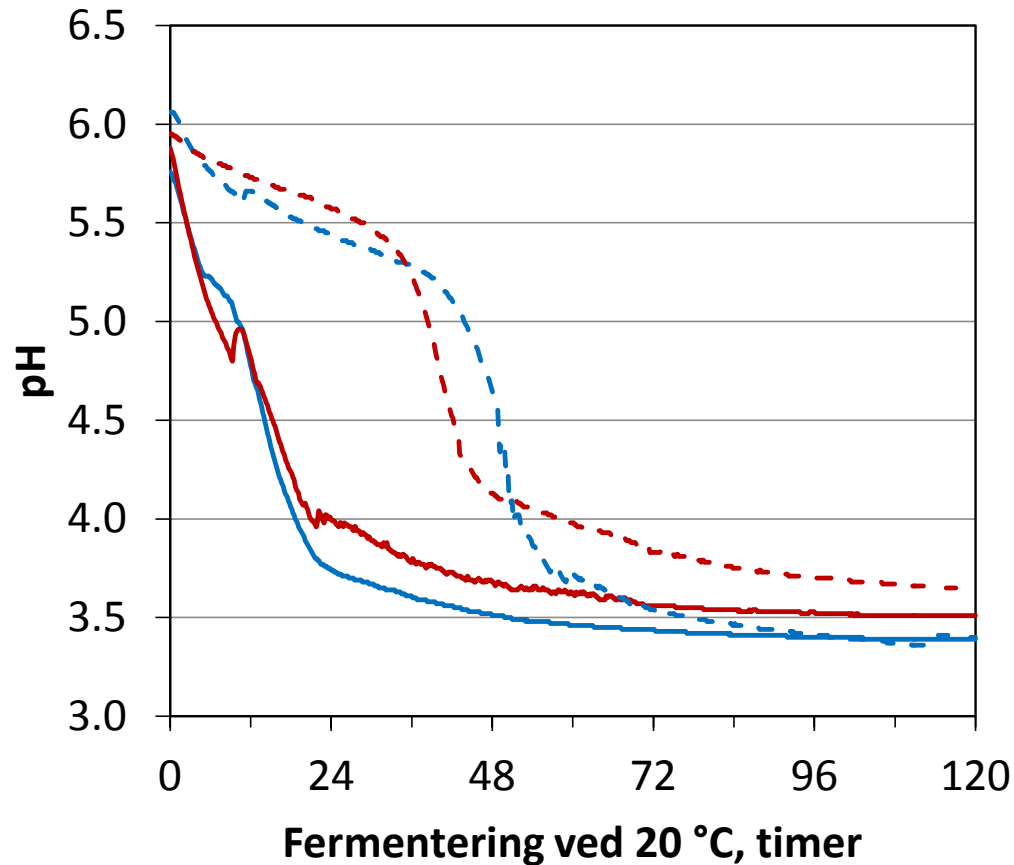
- Hakning og blanding skal balancere kvalitet og sikkerhed
 - Starterkulturen skal fremmes
 - Patogenerne skal hæmmes

Kød, lav temperatur
Kål, ???

Recepten – effekt af 100 ppm natriumnitrit i pølse



Recepten – effekt af salt og starter i kål (2 kg)



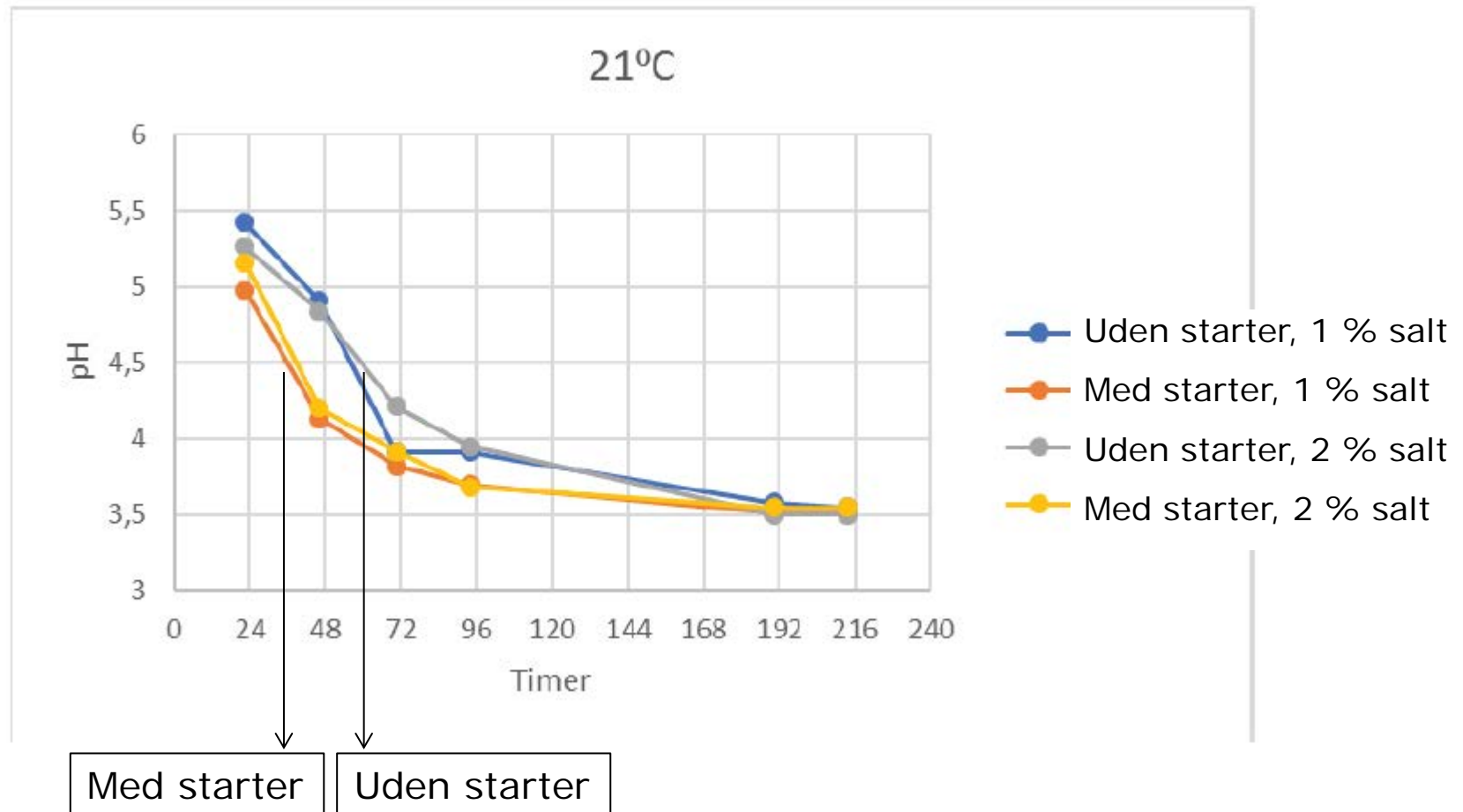
- med starter, 2 % salt
- med starter, 0,75 % salt
- - uden starter, 2 % salt
- - uden starter, 0,75 % salt

pH < 4,5

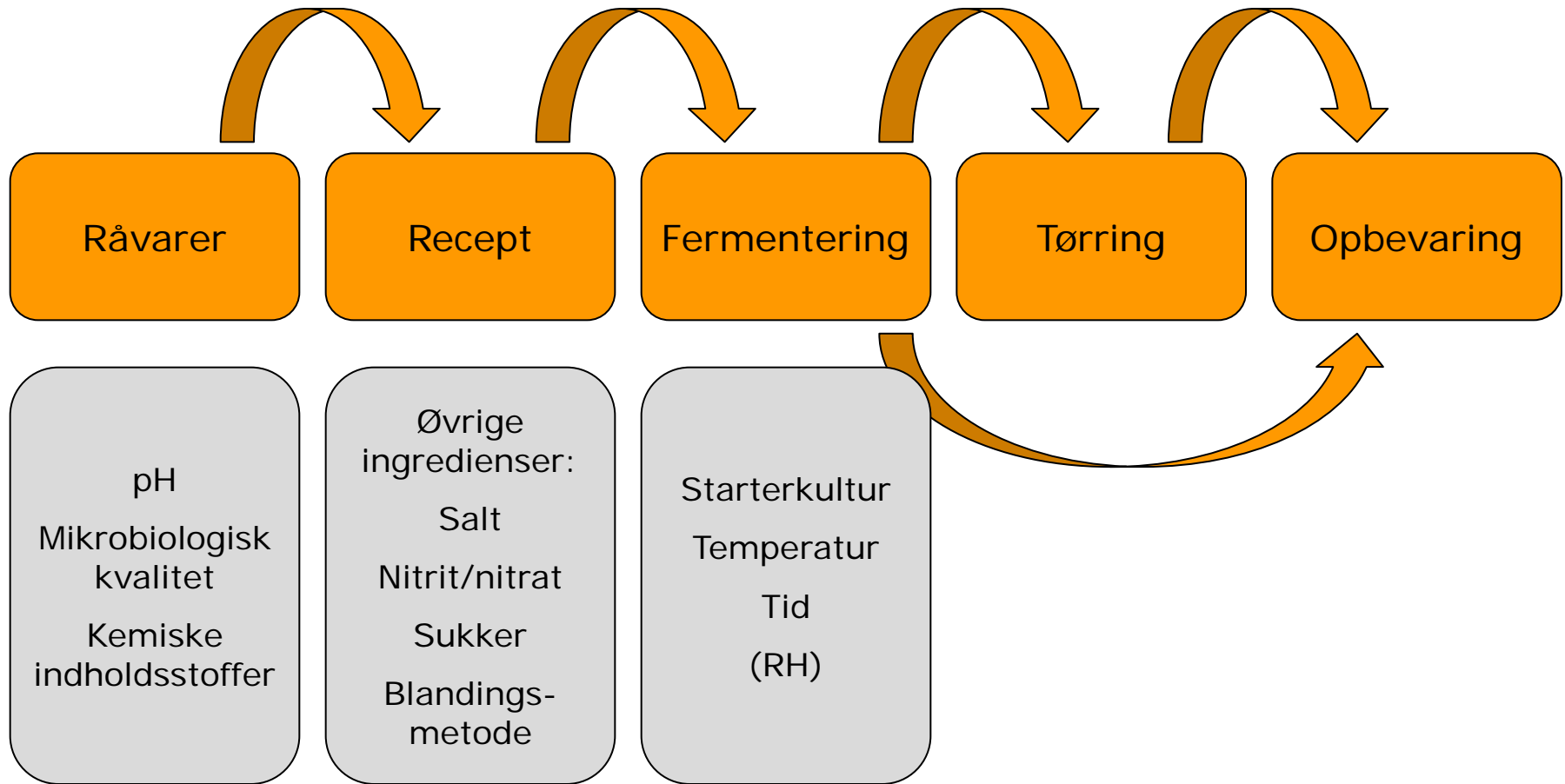
Med starter: < 24 timer

Uden starter: ca. 48 timer

Recepten – effekt af salt og starter i kål (500 g)



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, ≤ 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 af pølser – beregning af degree-hours (°F-hours)

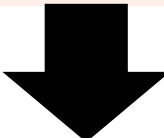
- Kontrol af utilstrækkelig vækst af *S. aureus*
- Temperaturforskellen (T_{diff}) fra 60 °F (ca. 16 °C) til den anvendte fermenteringstemperatur i °F, fx 75 °F (ca. 24 °C);
 $75 - 60 = 15$ °F
- Tiden (t_{pH}) over 60 °F indtil pH 5,3 er nået; fx 40 timer
- Degree-hours = $T_{diff} \times t_{pH} = 15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

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

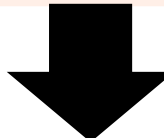
$$^{\circ}\text{C} \times 1,8 + 32 = ^{\circ}\text{F}$$

Fermenteringen af kål – vækstmulighed for *S. aureus*

Tid til pH 5,3 ved 22 °C når <i>S. aureus</i> vokser ≤ 2 log	Tid til pH 5,3 ved 22 °C når <i>S. aureus</i> vokser 3 – 4 log
45 timer	72 timer
45 timer	72 timer
	96 timer
	60 timer

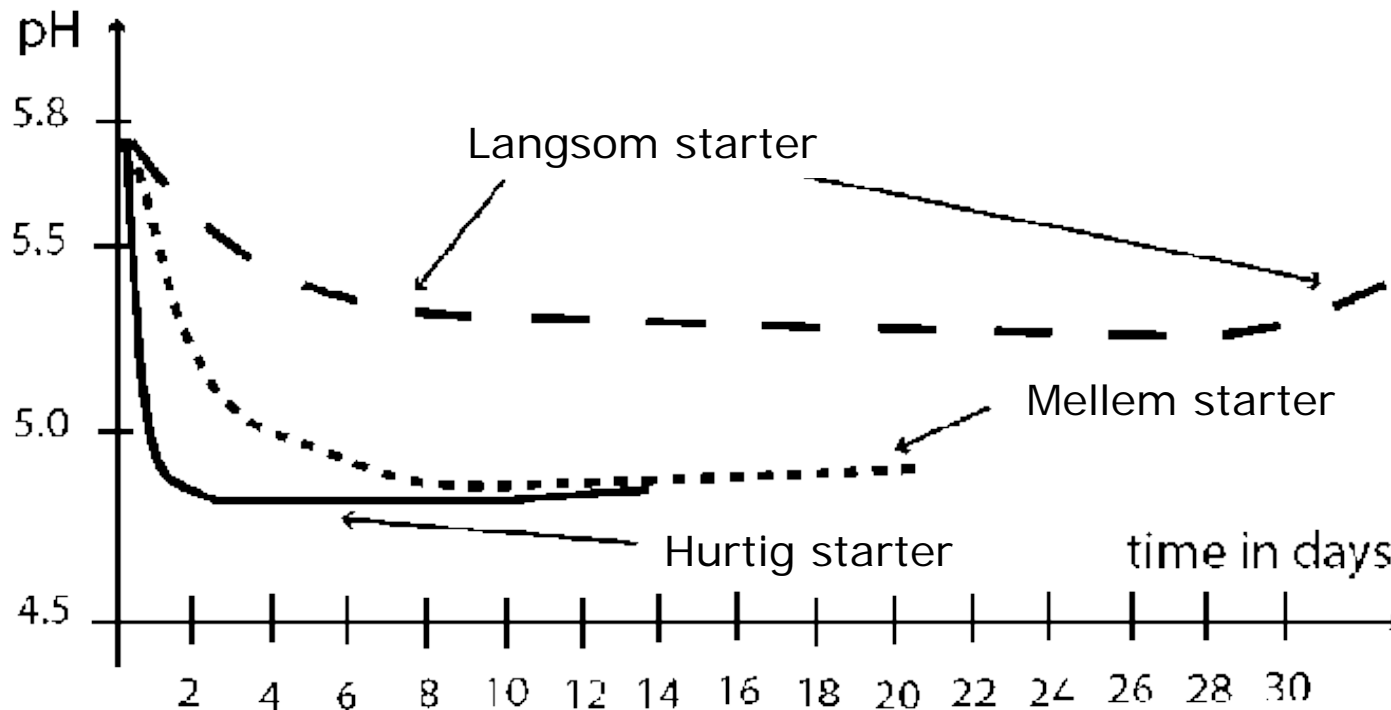


Degree-hours = 522

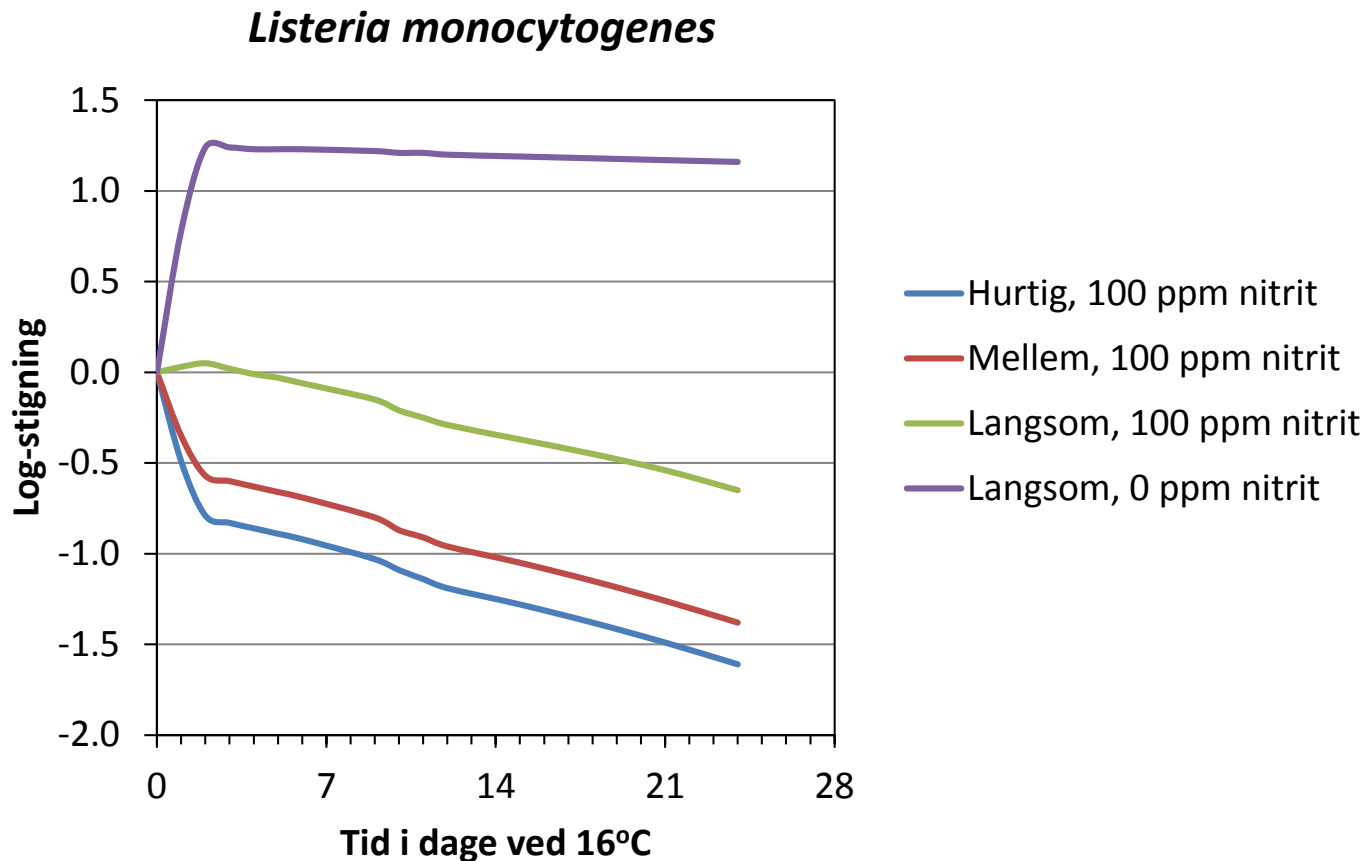


Degree-hours = 696

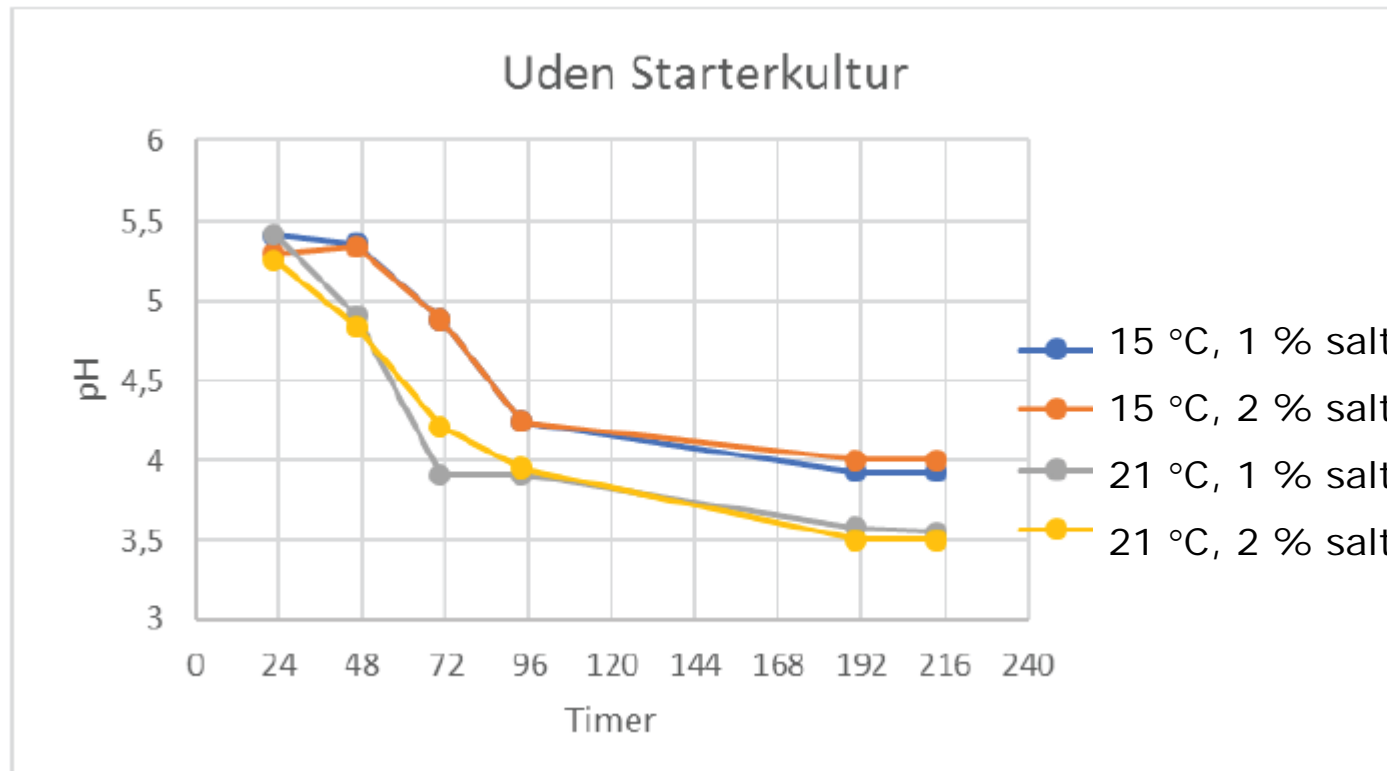
Fermenteringen af pølser – effekt af starterkultur



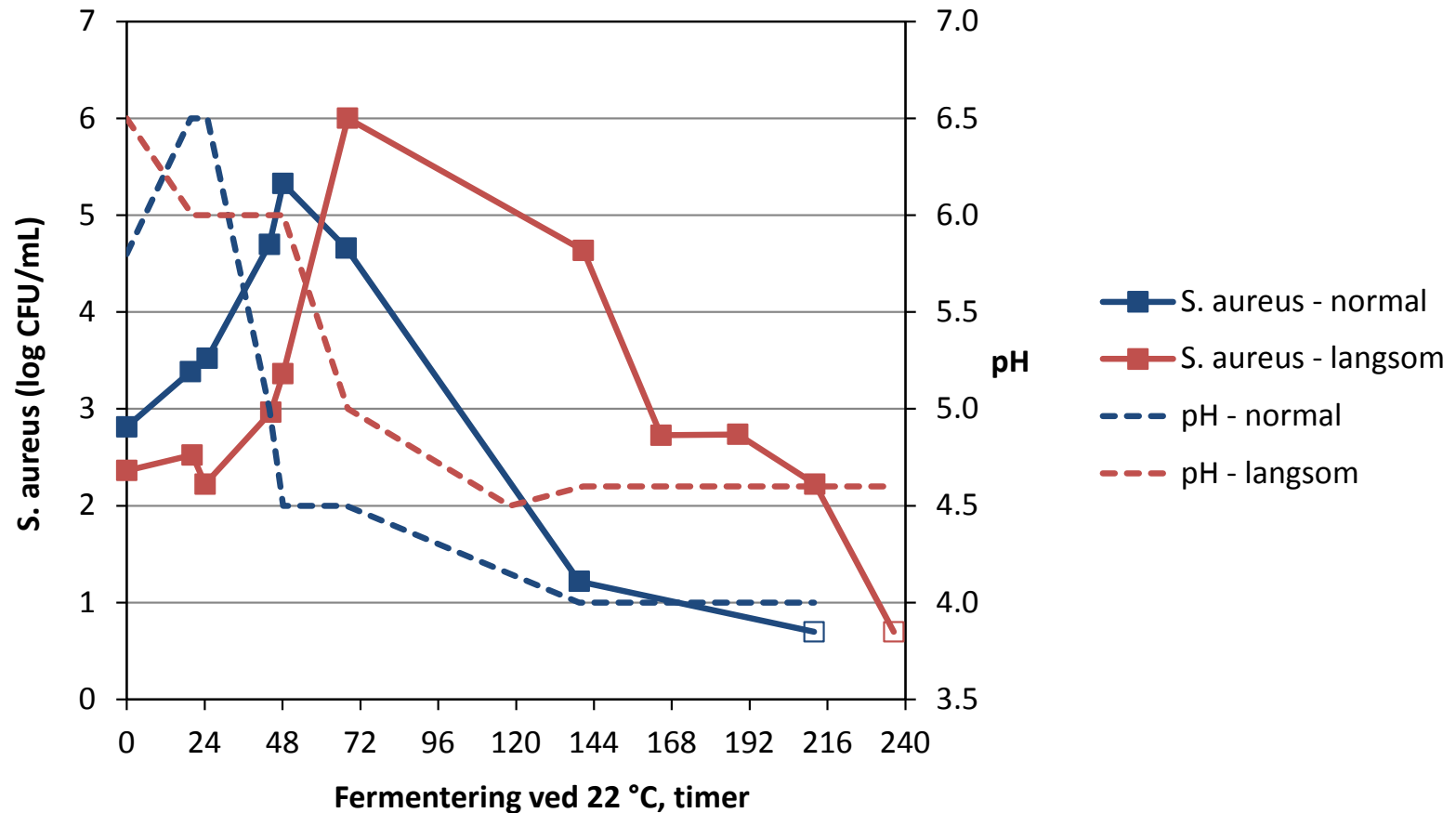
Pølsefermenteringen – effekt syrningshastighed



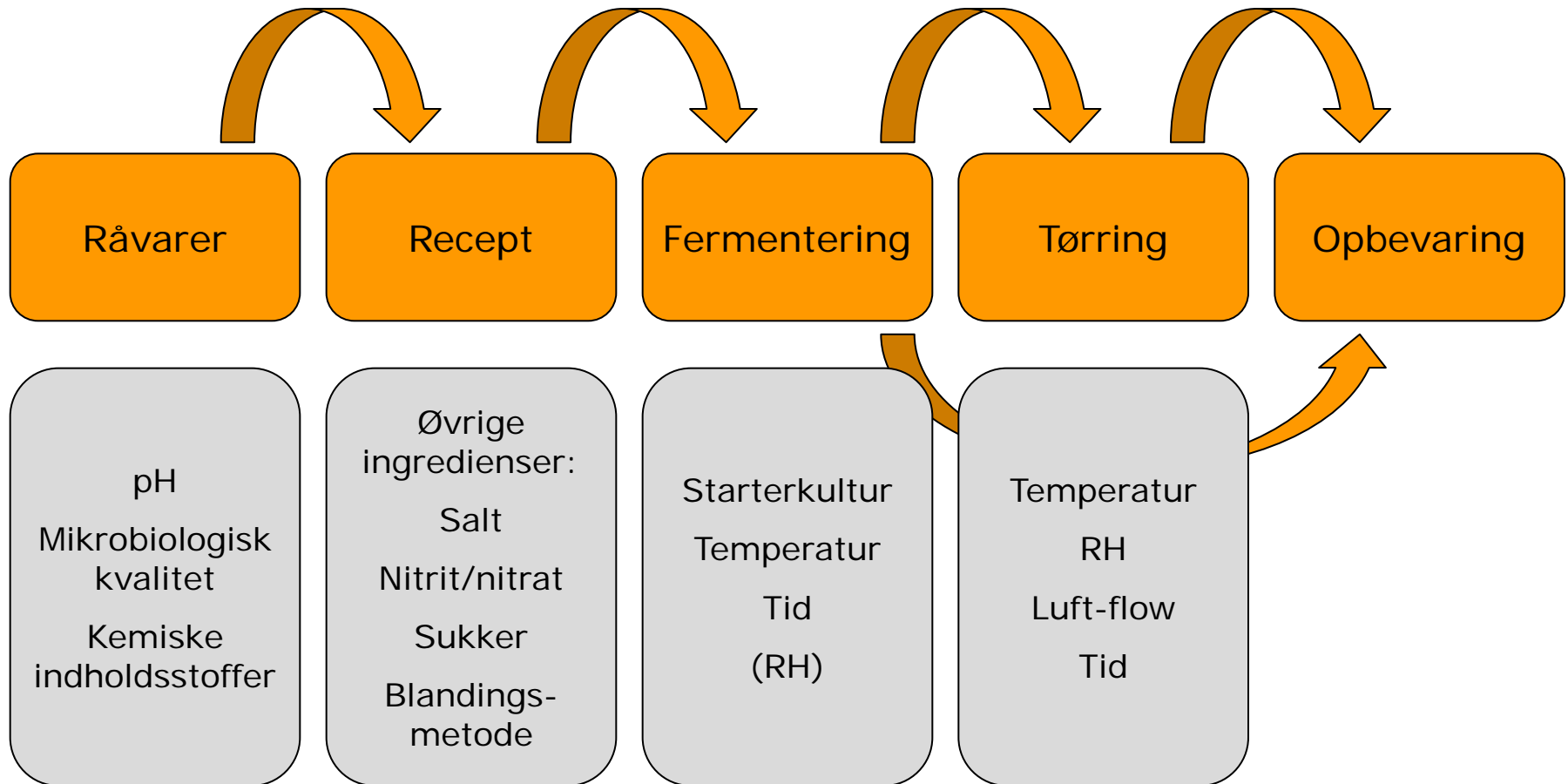
Fermenteringen af kål – effekt af temperatur



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



Generisk fermenteringsproces



Tørringen (modningen)

- Betingelserne under tørring skal sikre en lav a_w

- Temperatur og relativ luftfugtighed
- Tid

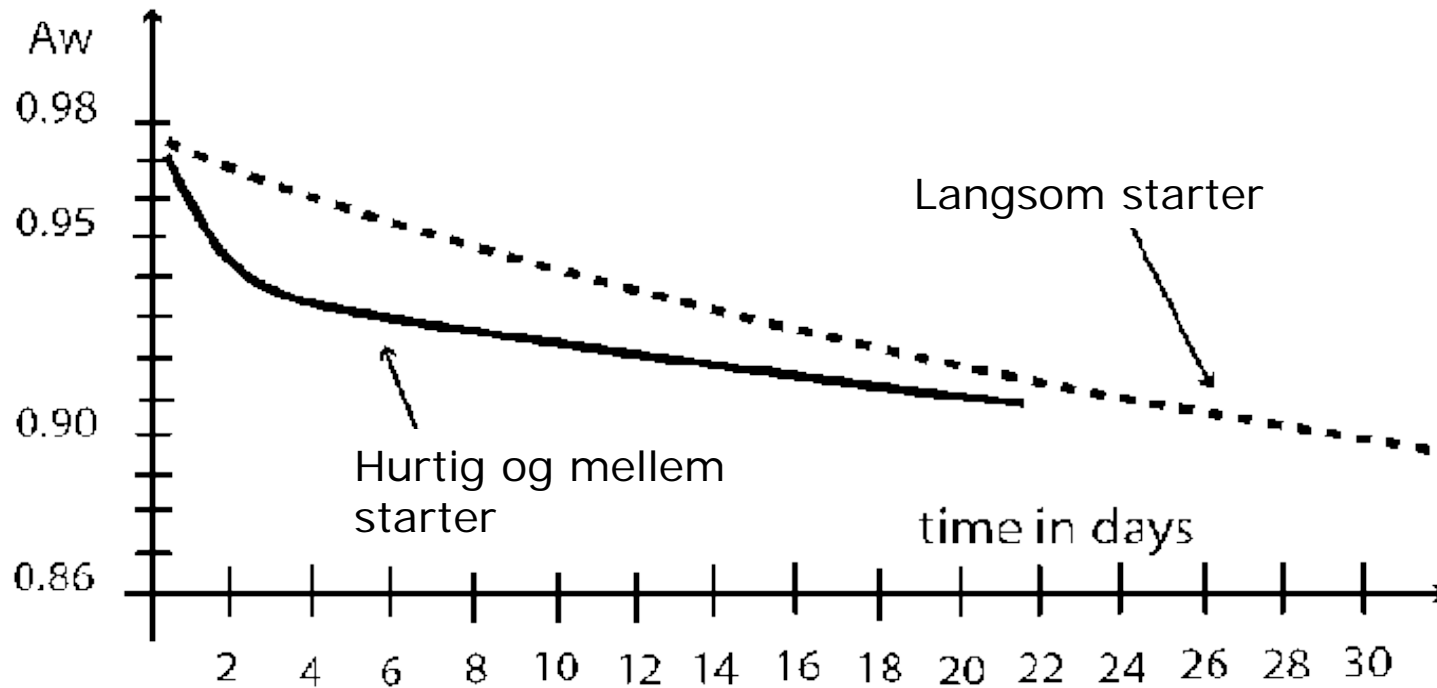
$\leq 15 \text{ }^\circ\text{C}$
RH 5-10 enheder under produkt
Indtil $a_w < 0,91$

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

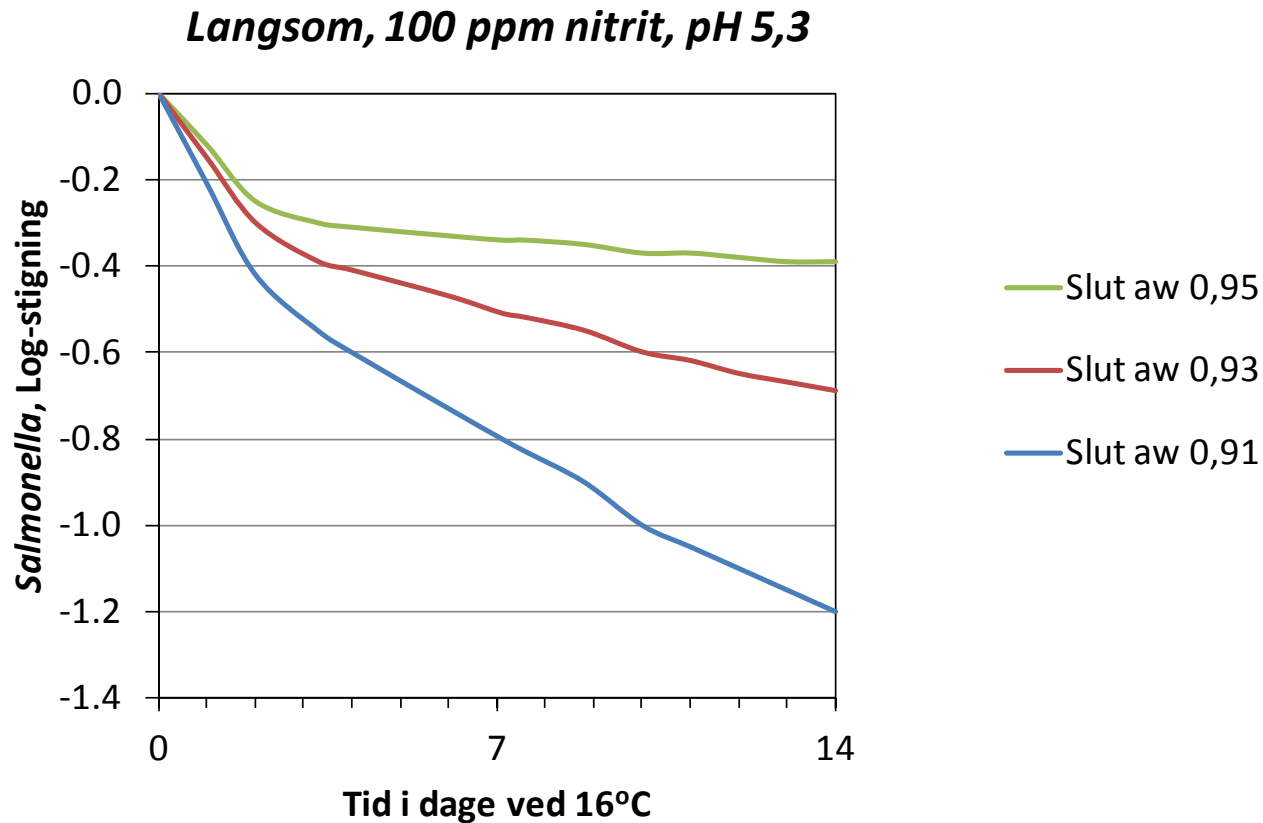
- Temperatur, relativ luftfugtighed, tid
- Recept

Ingen vækst når slut $a_w \leq 0,95$
Reduktion receptafhængig (DMRI predict)

Tørringen – effekt af starterkultur

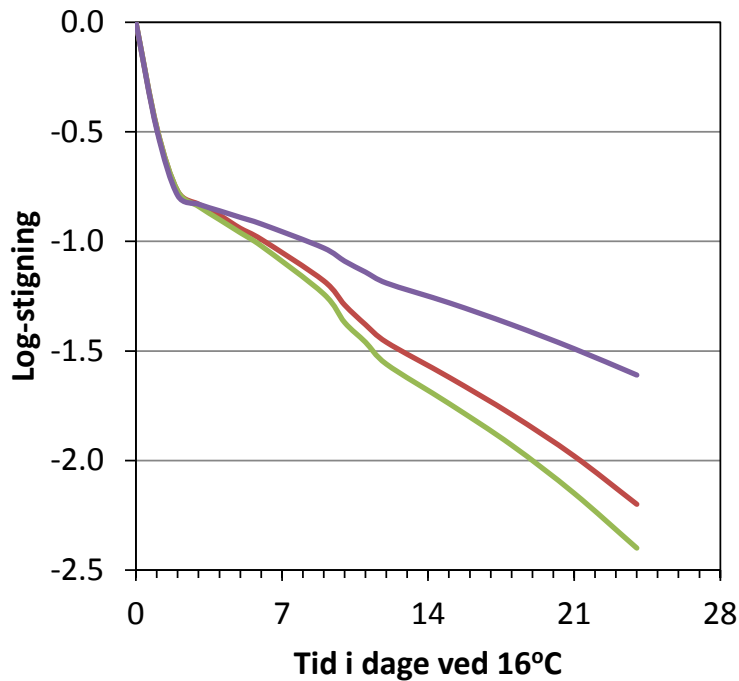


Tørringen – effekt af slut a_w

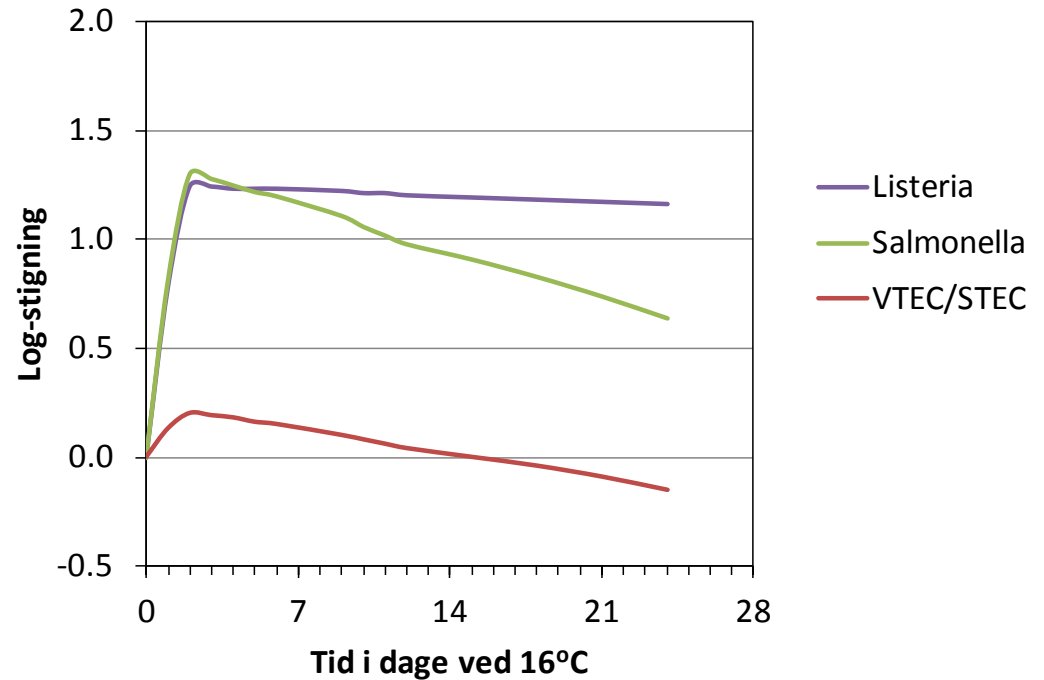


Tørringen – effekt af receipt

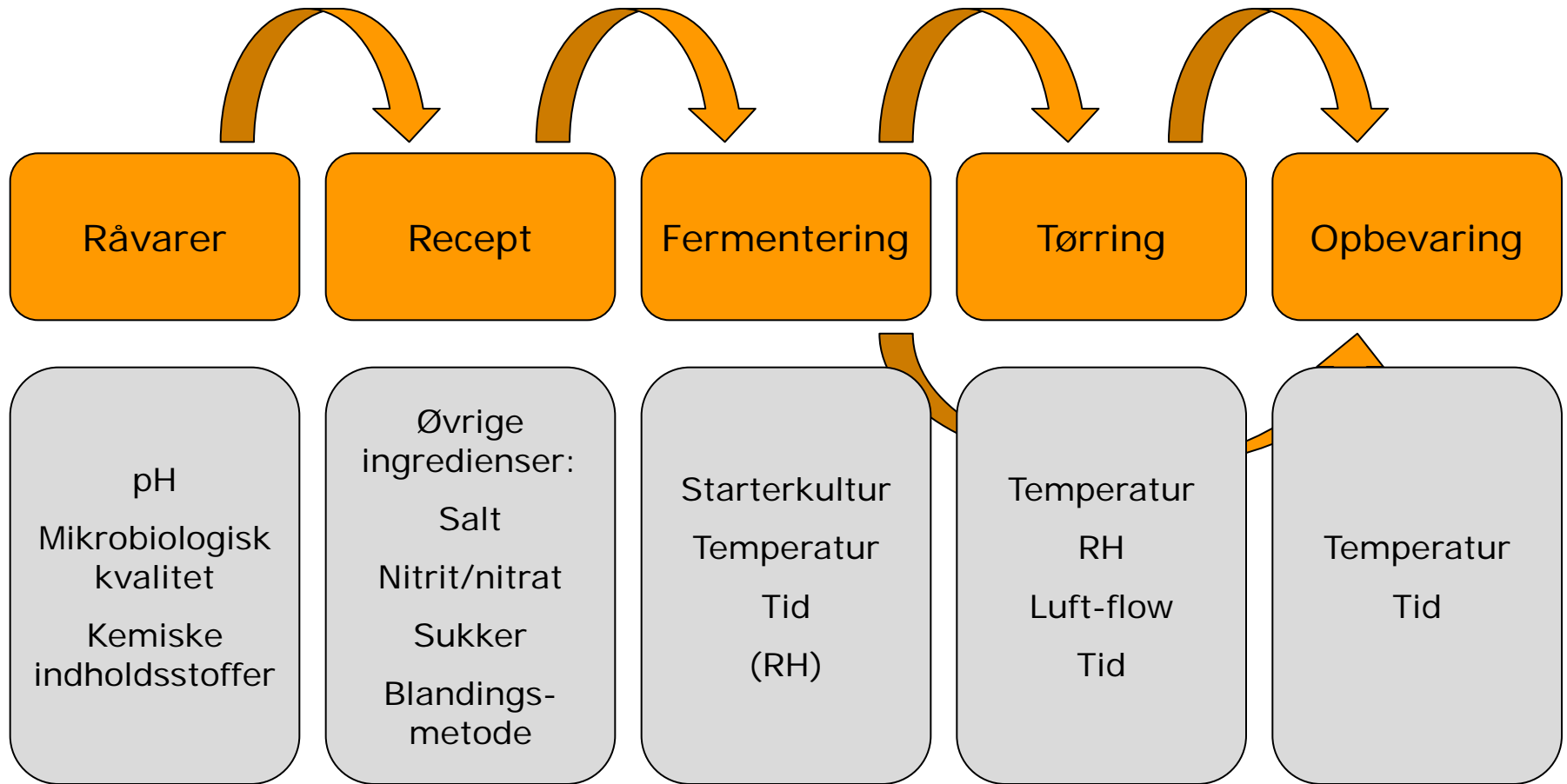
Hurtig, 100 ppm nitrit



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

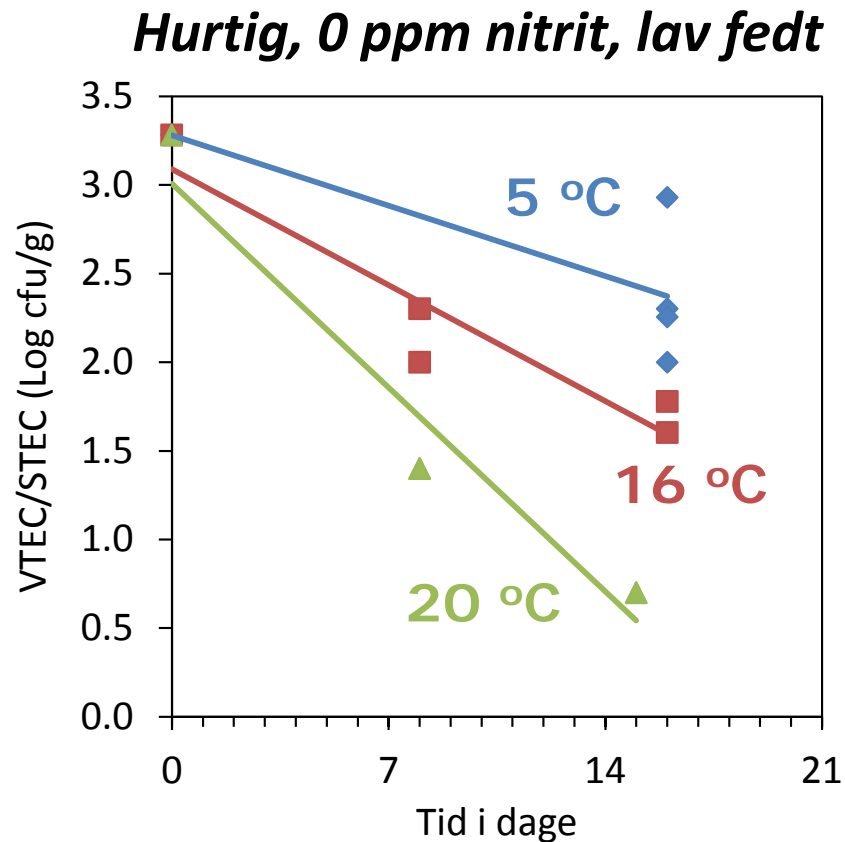
Kål, når $pH < 4,5$, større reduktion jo højere temperatur

- Betingelserne under opbevaring skal forhindre skimmelvækst på overfladen

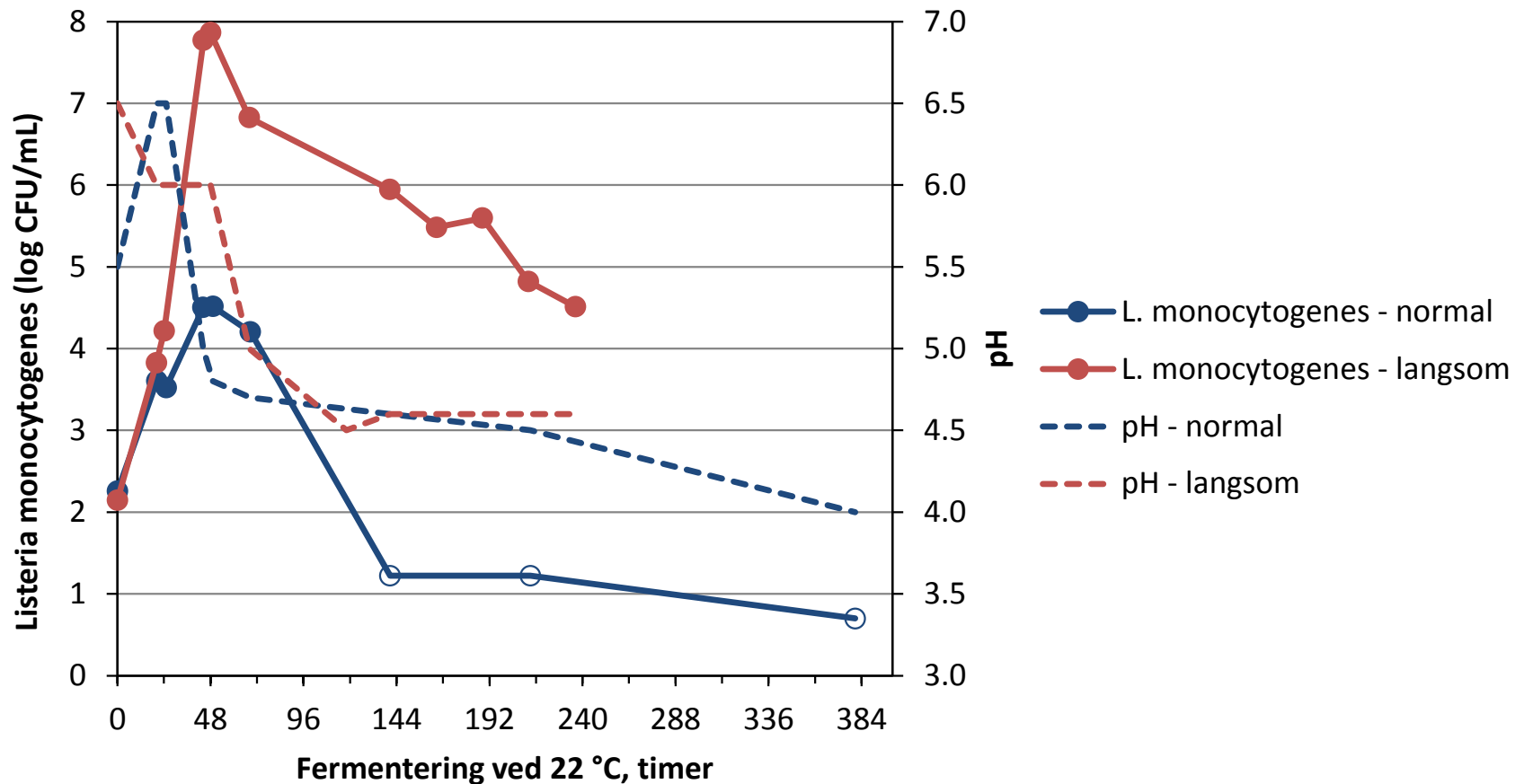
- Fjerne ilt
- Røgning
- Skimmelstarter
- Andre tilsætningsstoffer

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 ≤ 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

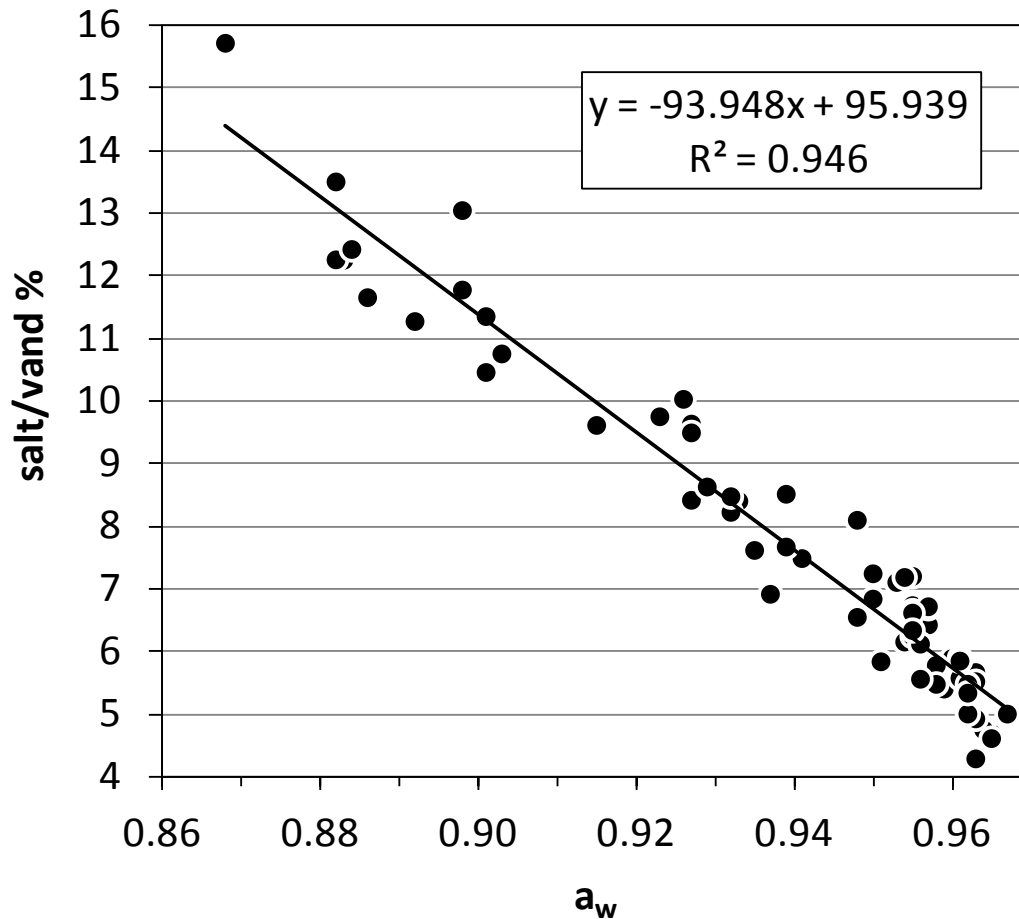
Recepten mm.

- 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.
- Le Baut & Najafi (2017):** En sikker hjemmefermentering af hvidkål. Afsluttende eksamensprojekt, EASJ, Roskilde, 22. juni 2017.
- 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_w	Min. temp.
<i>Salmonella</i>	Infektion	3,8	0,95	5°C (7°C)
<i>VTEC/STEC</i>	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