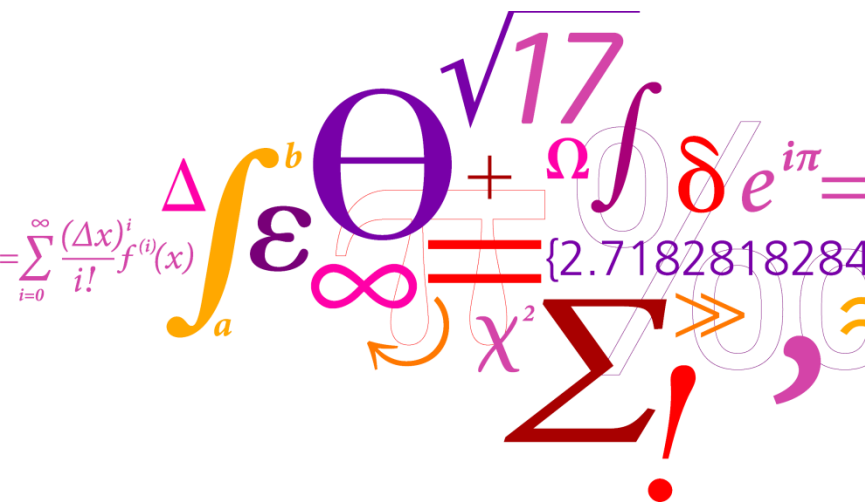


Varmebehandling

Tina Beck Hansen

FVST, Kødspecialiseringskursus, 22. oktober 2014

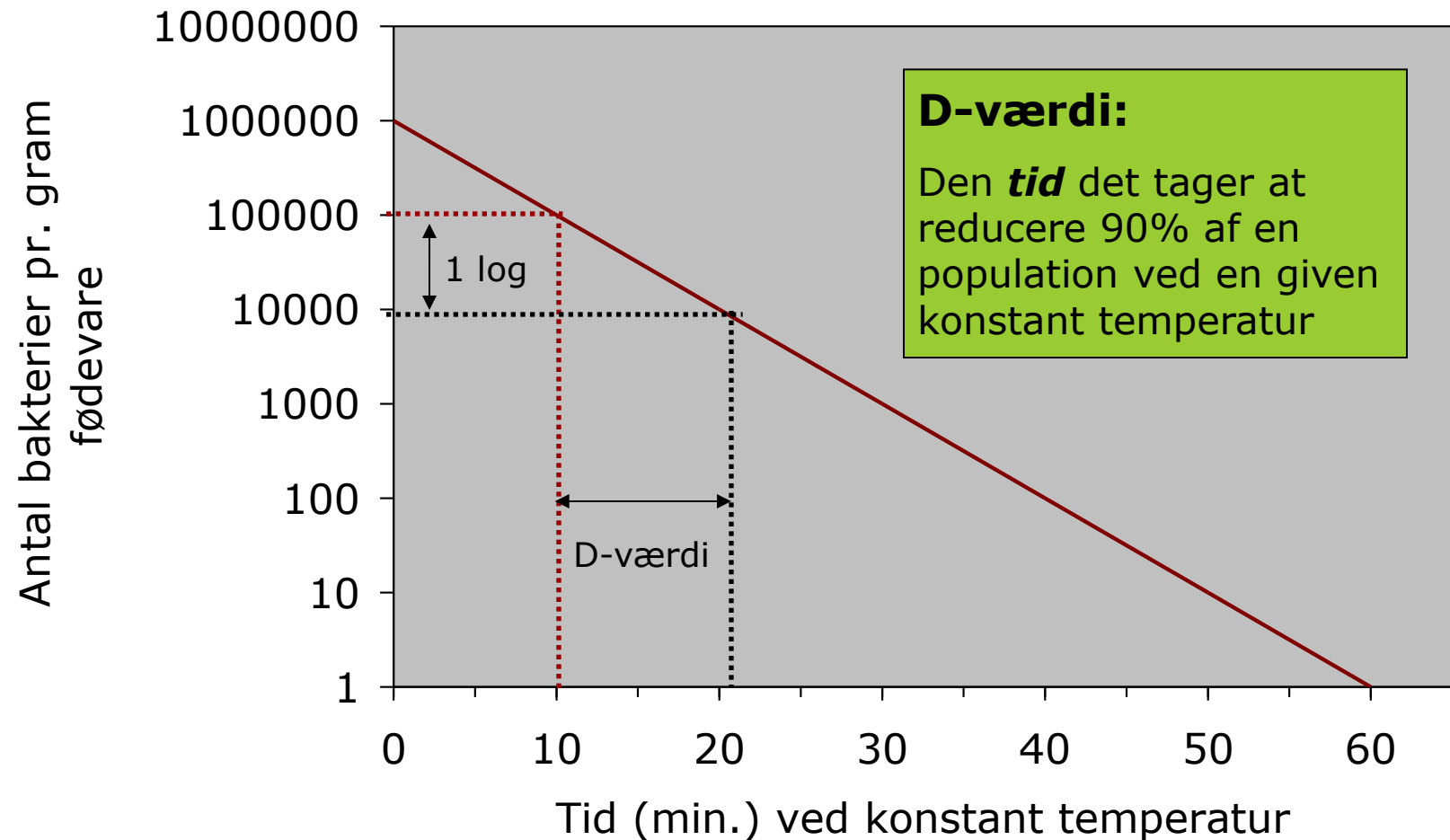
- Varmebehandlingsteori – hvad er det?
- Mikroorganismers varmetolerance
- Varmes drabseffekt
- Ækvivalente behandlinger
- Tilstrækkelig varmebehandling?
- Tilstrækkelig hurtig nedkøling?



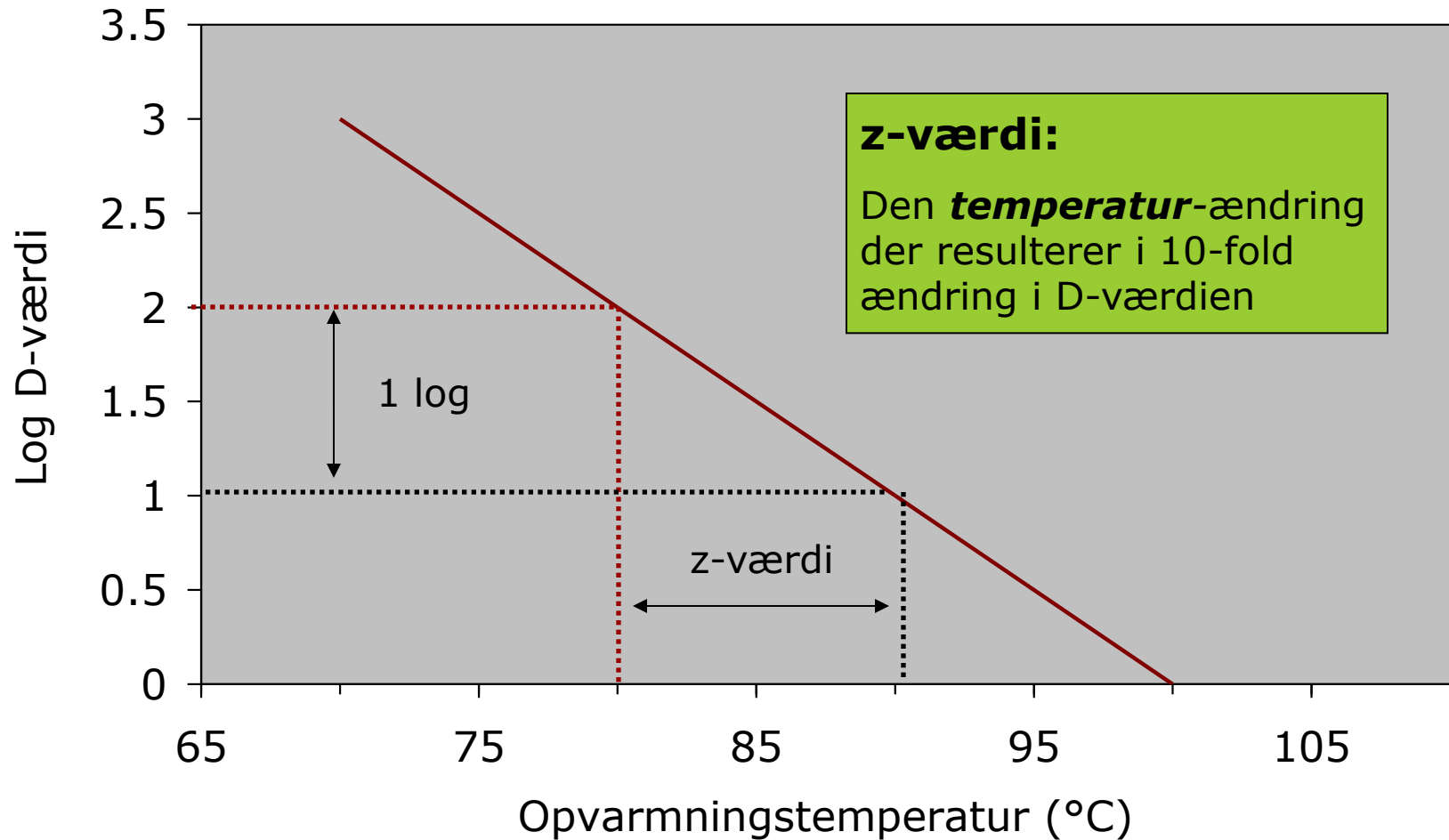
Vurdering af varmebehandling kræver viden om:

Fødevarebårne sygdomsfremkaldende & Varmebehandling mikroorganismer		
Egenskab	Varmetolerance	Drabseffekt
Beskrivelse med tal	D-værdi z-værdi	Pasteuriseringsværdi (PV)
Påvirkende faktorer	Mikroorganismen Fødevaren	Uens størrelse Starttemperatur Placering i ovn HTST > < LTLT

Varmetolerance – D-værdi



Varmetolerance – z-værdi



Varmetolerance - patogener

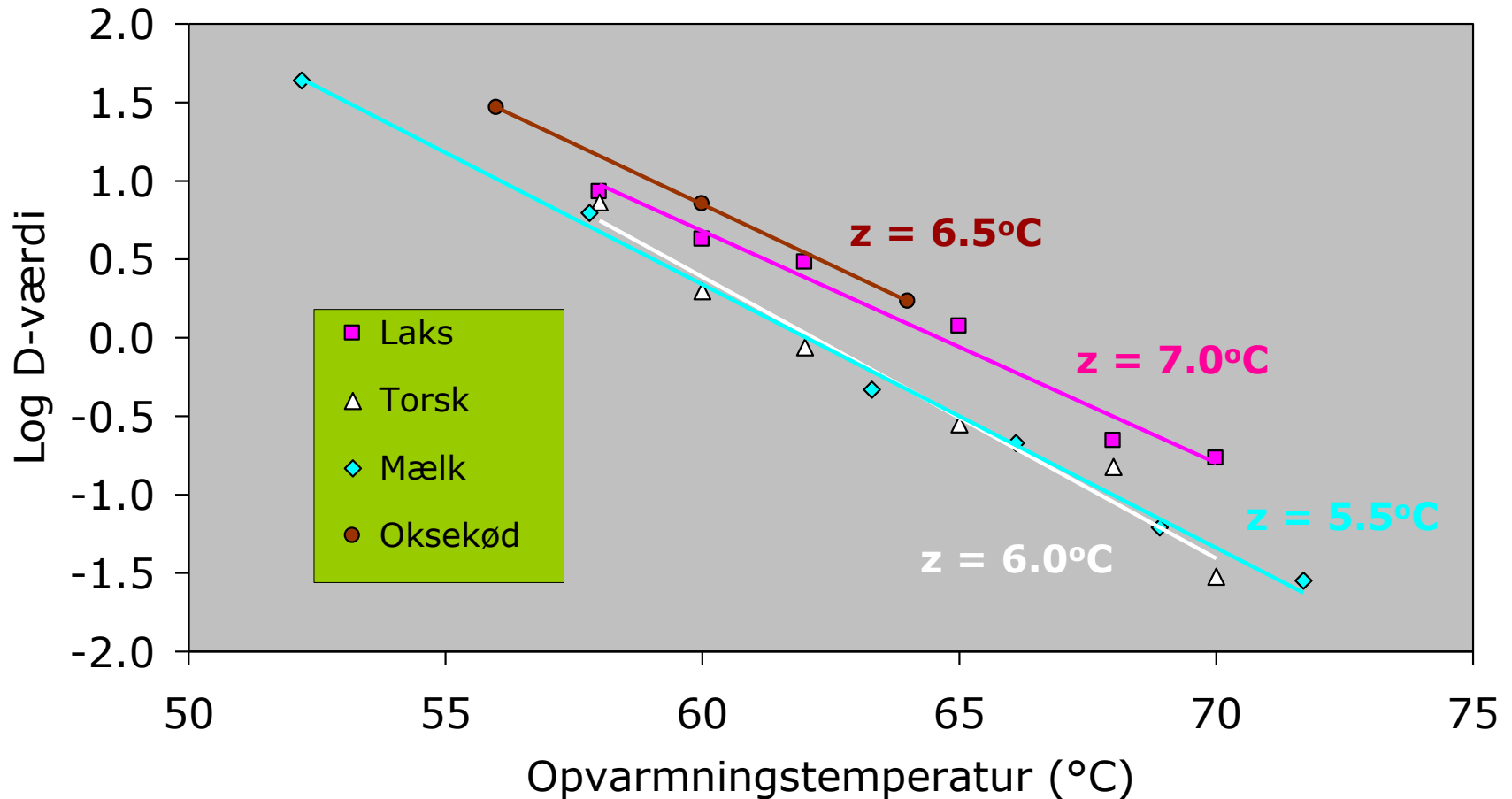
Lav varmetolerance	Moderat varmetolerance	Høj varmetolerance
4D v. 65°C < 1 min.	4D v. 65°C = 1-10 min.	6D v. 90°C ≥ 10 min.
<p>Bakterier <i>Escherichia coli</i> <i>Campylobacter</i> <i>Shigella</i> <i>Vibrio</i></p>	<p>Bakterier <i>Listeria monocytogenes</i> (6.1 min.) <i>Staphylococcus aureus</i> (3.8 min.) <i>Yersinia enterocolitica</i> (1.8 min.) <i>Salmonella</i> (1.1 min.)</p>	<p>Sporedannere <i>Clostridium perfringens</i> <i>Clostridium botulinum</i> <i>Bacillus cereus</i></p>
<p>Skimmel</p>	<p>Virus (1.5 min.)</p>	
<p>Parasitter</p>		

Varmetolerance – sporedannere

Inaktiverede	Temp. (°C)	Tid til 6D (min.)	Eksempel på overlevende sporedannere
Sporer LAV	90	10	<i>B. cereus</i> <i>B. licheniformis</i>
Sporer MEDIUM	110	15	<i>Cl. botulinum</i> type A, B <i>Cl. perfringens</i>
Sporer HØJ	115 120	10 4	<i>B. stearothermophilus</i> <i>Cl. sporogenes</i>
Sporer MEGET HØJ	120	>45	<i>Cl. thermosaccharalyticum</i>

Varmetolerance - fødevaren

Listeria monocytogenes

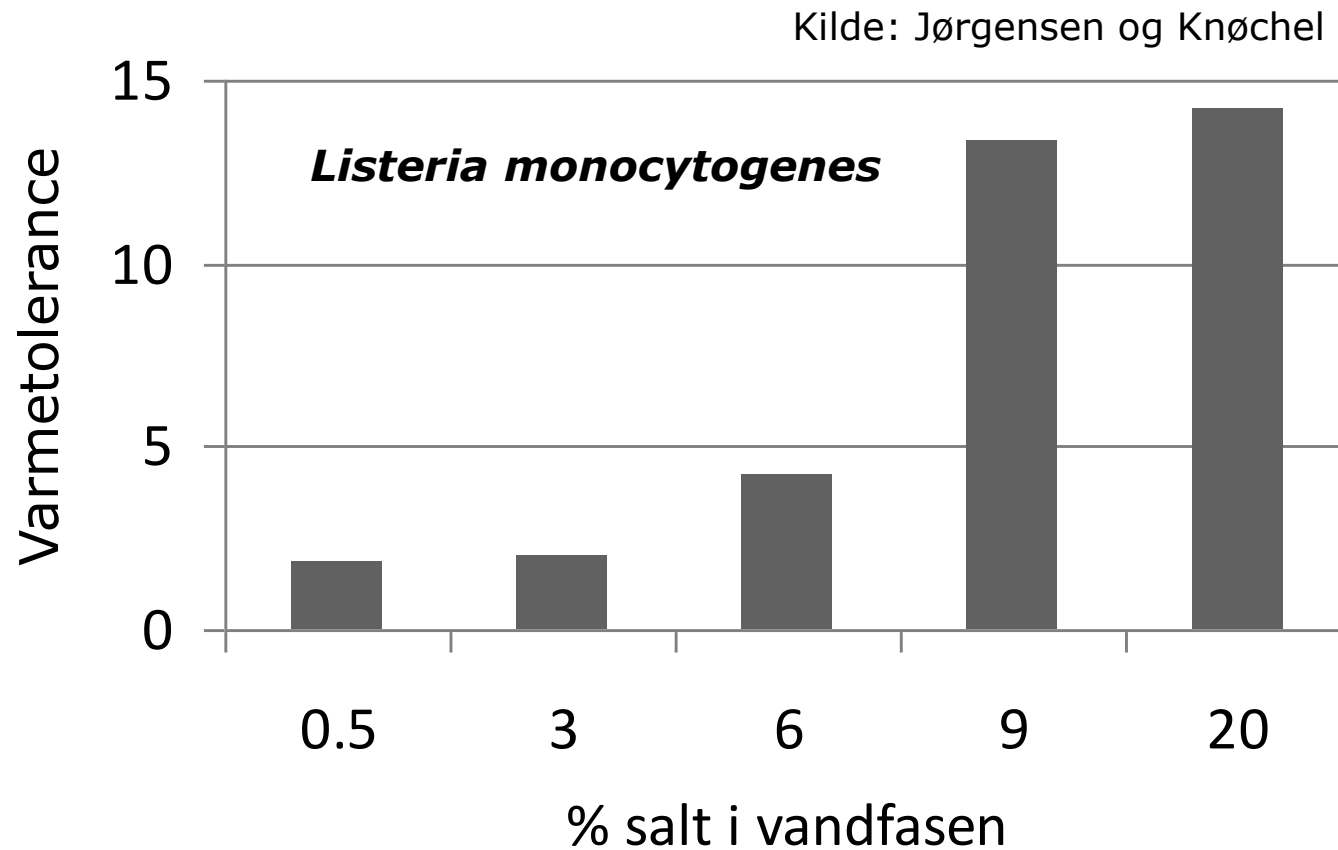


Varmetolerance – kødtype

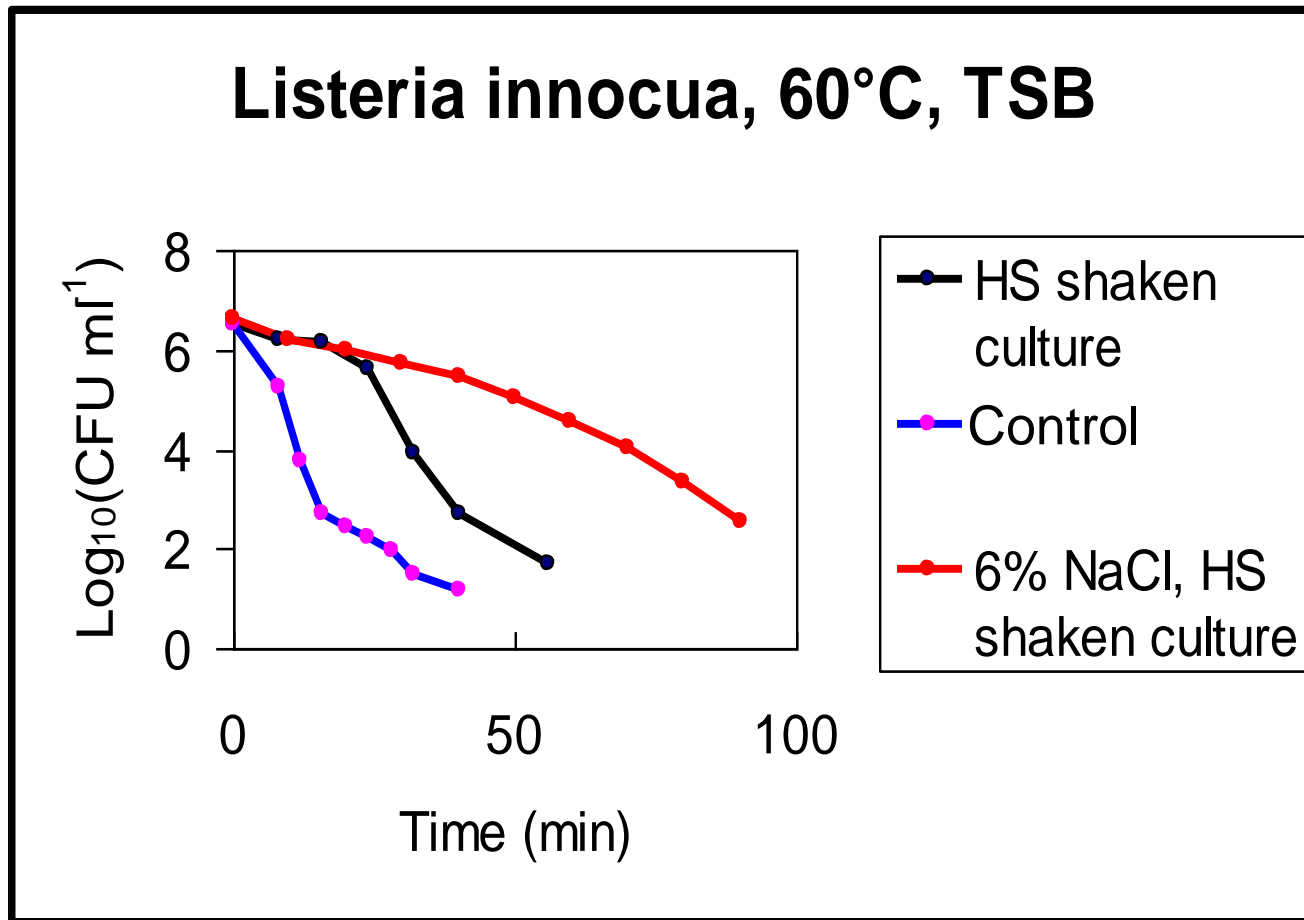
Listeria monocytogenes

Kødtype	D ₆₀ (min)	Z-værdi (°C)	Kilde
Okse	6,7	6,9	Hansen & Knøchel 1996: LAM 22:425
Okse, DFD	12,5	-	Jørgensen et al. 1999: FM 16:185
Svin	5,6	5,9	Murphy et al. 2004: JFS 69:FMS97
Kylling	8,7	6,3 – 6,7	Mackey et al. 1990: LAM 10:251

Varmetolerance – salt



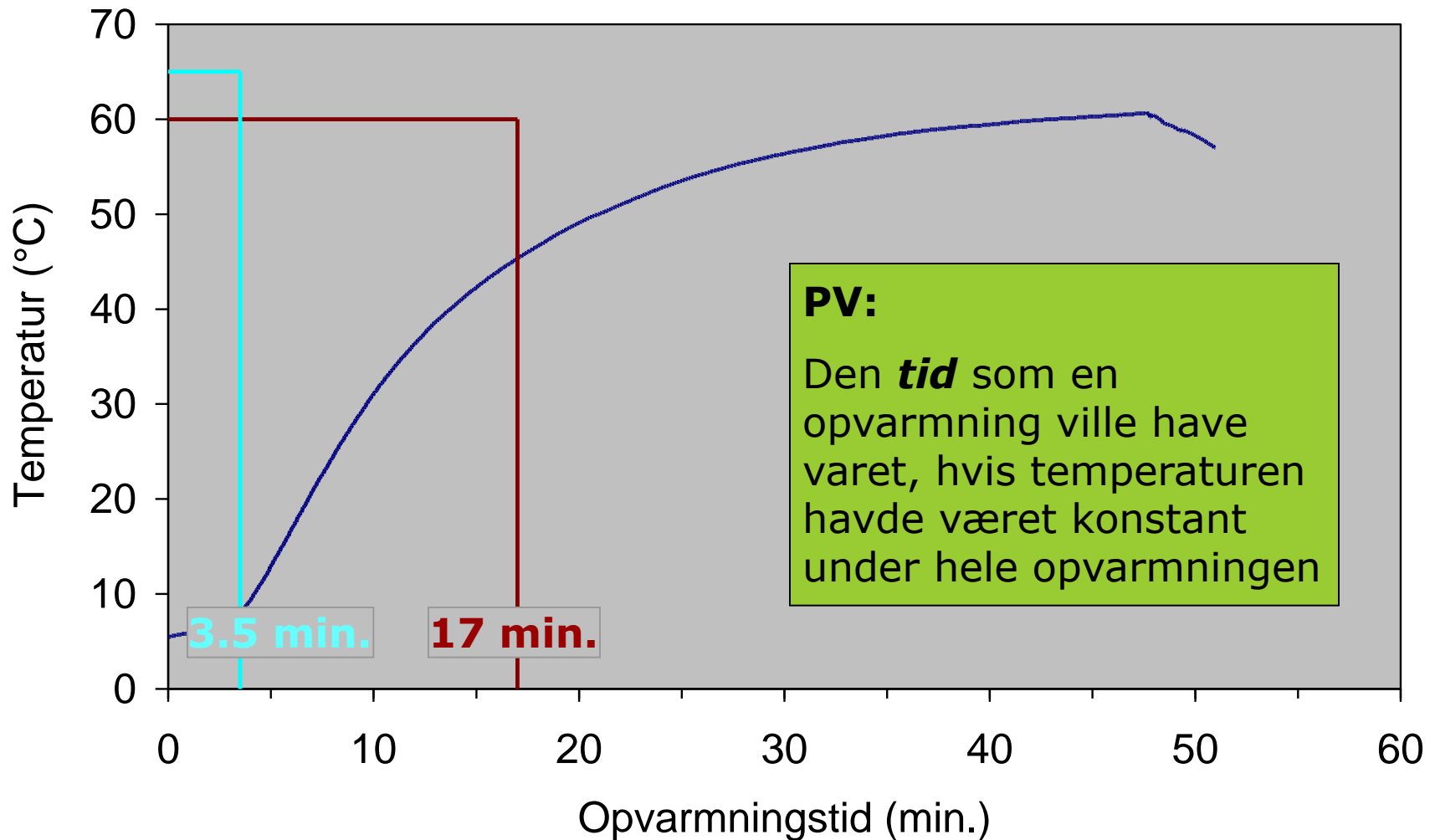
Varmetolerance – heat shock



Varmetolerance – *L. innocua* i svinekød

Faktor	Niveau	D ₆₀ (min)
Kød pH	Normalt (5,4-5,5)	5.3
	Højt (5,9-6,0)	8.4
Kød fedtindhold	15% tilsat fedt	6.2
	30% tilsat fedt	9.5
Saltindhold	3% NaCl i vandfasen	16.3
	6% NaCl i vandfasen	40.9
Opvarmningshastighed	Varmechok (46°C, 30 min)	10.4
	0,6°C pr. min. (pH 6.0)	14.3

Drabseffekt – P-værdi (PV)



Drabseffekt – beregning

F-værdi & PV:

Tid til opnåelse af drabseffekt ved en bestemt temperatur og z-værdi.

Drabseffekt af varmebehandling:

$$PV_{T_{ref}}^z = \sum_{start}^{end} 10^{((T - T_{ref}) / z)} \Delta t$$

T = Temperaturen i produktet

T_{ref} = Referencetemperaturen

z = z-værdi

t = Varmebehandlingstiden

Drabseffekt – uens størrelse

Diameter (cm) af roastbeef	PV ved 70°C, z=10°C (min.)
7,0	22
7,4	21
7,6	19
7,7	17
9,5	12
10,0	10

Drabseffekt – råvarens temperatur

Råvare- temperatur (°C) (Grønne bønner)	PV ved 70°C, z=10°C (min.)
-1	0,3
10 – 12	24
11 – 14	55

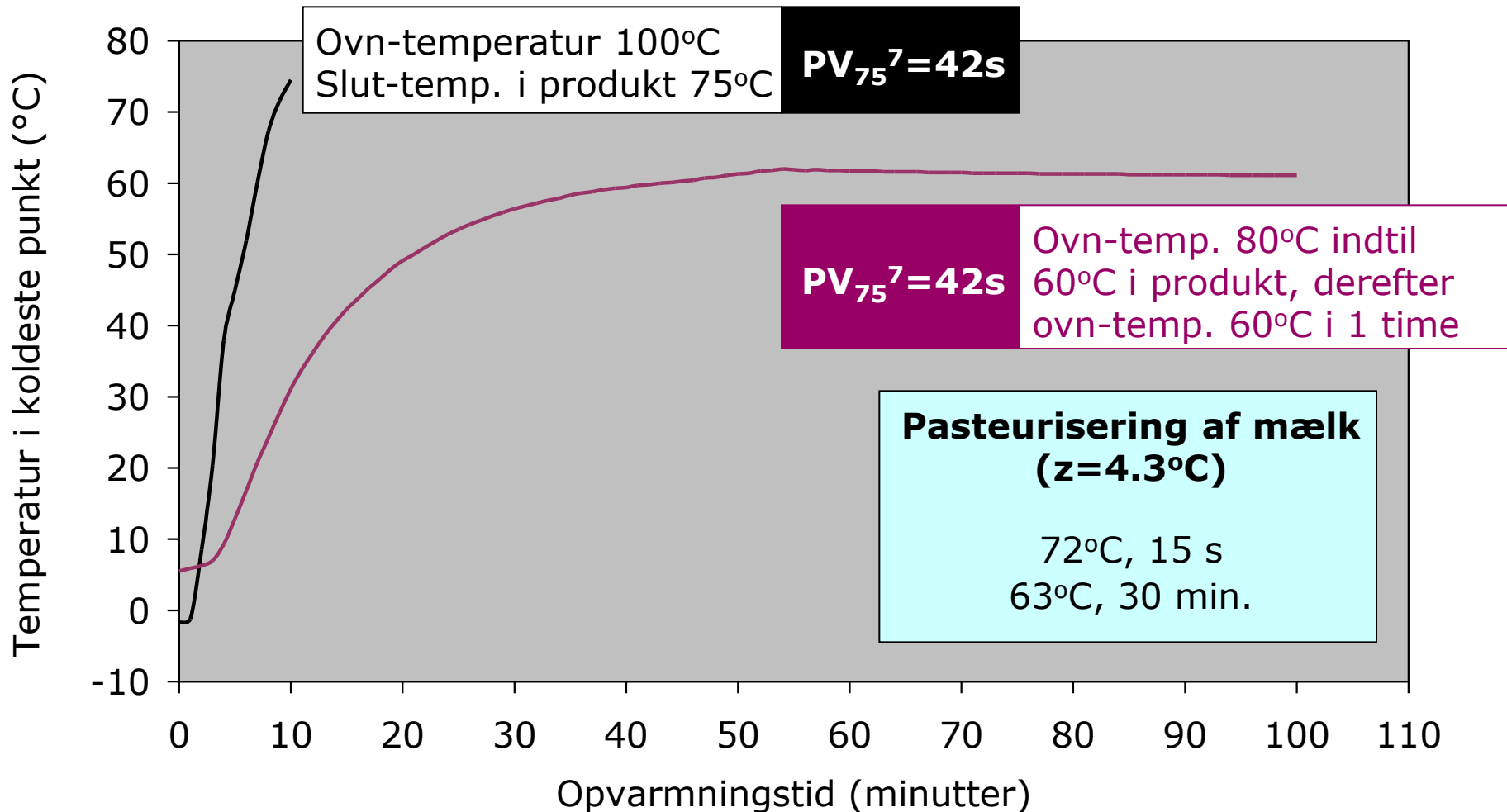
Drabseffekt – placering i varmekilde

Placering i vandbad (Spinat)	PV ved 70°C, z=10°C (min.)
I toppen	137 – 506
I midten	4 – 172
I bunden	432 – 500

Drabseffekt – HTST >< LTLT

Varme- behandling (Spinat)	PV ved 70°C, z=10°C (min.)
30 min. ved 90°C	4 – 506
15 min. ved 100°C	0,6 – 630

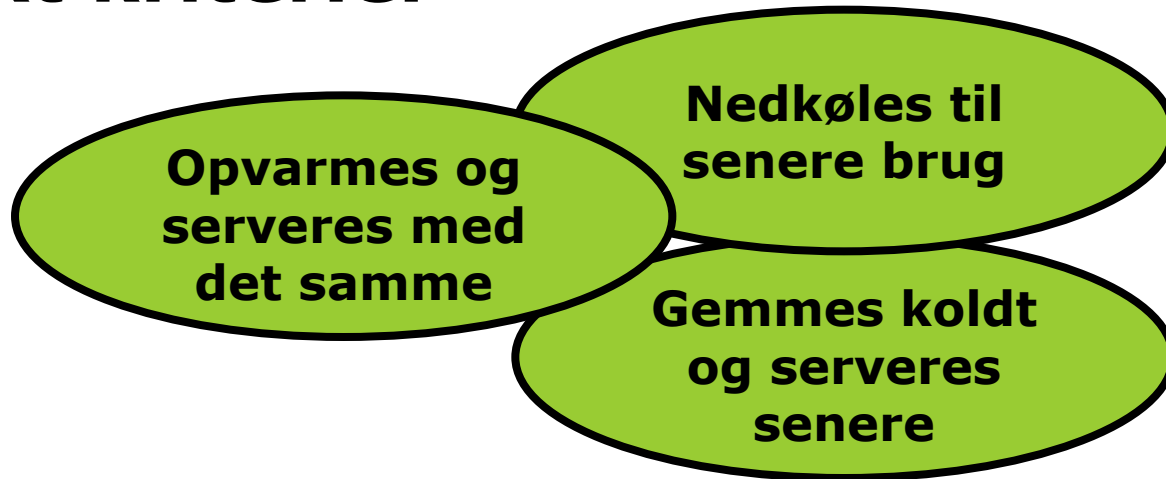
Ækvivalente behandlinger har samme PV



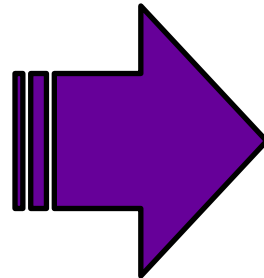
Tilstrækkelig varmebehandling?

Hvad mener I?

Tilstrækkelig varmebehandling – effekt kriterier



- Forekomst
- Antal
- Varmetolerance
- Vækst potentiale
- Farlighed
- Modtagelighed



L. monocytogenes – **4D**

Kilde: Hansen & Knøchel 2001, IJFM 63, pp. 135

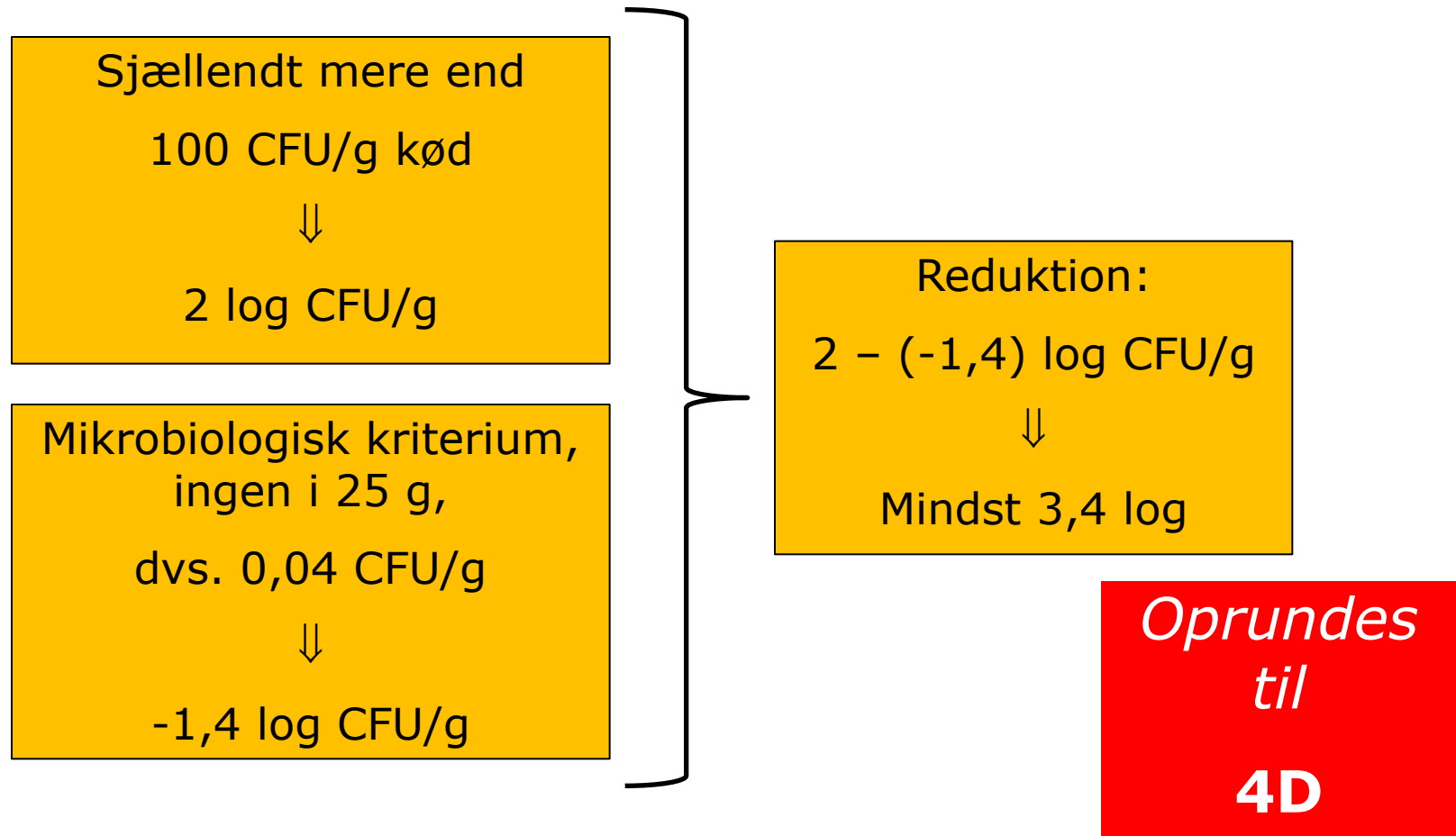
Cl. botulinum (kuldetolerante) – **6D**

Kilde: Peck 1997, Trends FST 8, pp. 186

Cl. perfringens – **1 log₁₀ stigning**

Kilde: Andersen et al. 2004, JFP 67, pp. 83

Effekt kriterium – *L. monocytogenes*



Effekt kriterium – *L. monocytogenes*

Varme- behandling	Grad af varmebeskadigelse		Dage til vækst ved 3°C		Dage til vækst ved 10°C	
			pH 5.6	pH 6.2	pH 5.6	pH 6.2
Start population	Skadet	0%	-	-	-	-
	Ikke-skadet	100%	>30	<10	<10	<10
1D – 2D	Skadet	95-99%	>30	>30	10-20	<10
	Ikke-skadet	1-5%	>30	>30	10-20	10-20
3D – 4D	Skadet	>99.9%	>30	>30	>30	>30
	Ikke-skadet	<0.1%	>30	>30	>30	>30

Kilde: Hansen & Knøchel 2001: IJFM 63: 135

Tilstrækkelig varmebehandling – forslag til proces kriterier

Eks. For produkter med holdbarhed ≤ 5 dage ved max. 5°C

Undtaget produkter der indeholder $\geq 3\%$ salt i vandfasen

$\geq 75^{\circ}\text{C}$

Kontrol af sluttemperatur der skal være **mindst 75°C** i koldeste punkt

56 – 75°C

Kontrol af tid/temperatur profil der skal være **ækvivalent til 1 sek. v. 75°C ($z=5^{\circ}\text{C}$)** i koldeste punkt

Hvis tid/temperatur profil er mildere, kontrol af produktspecifik risikoanalyse og dokumentationsmateriale

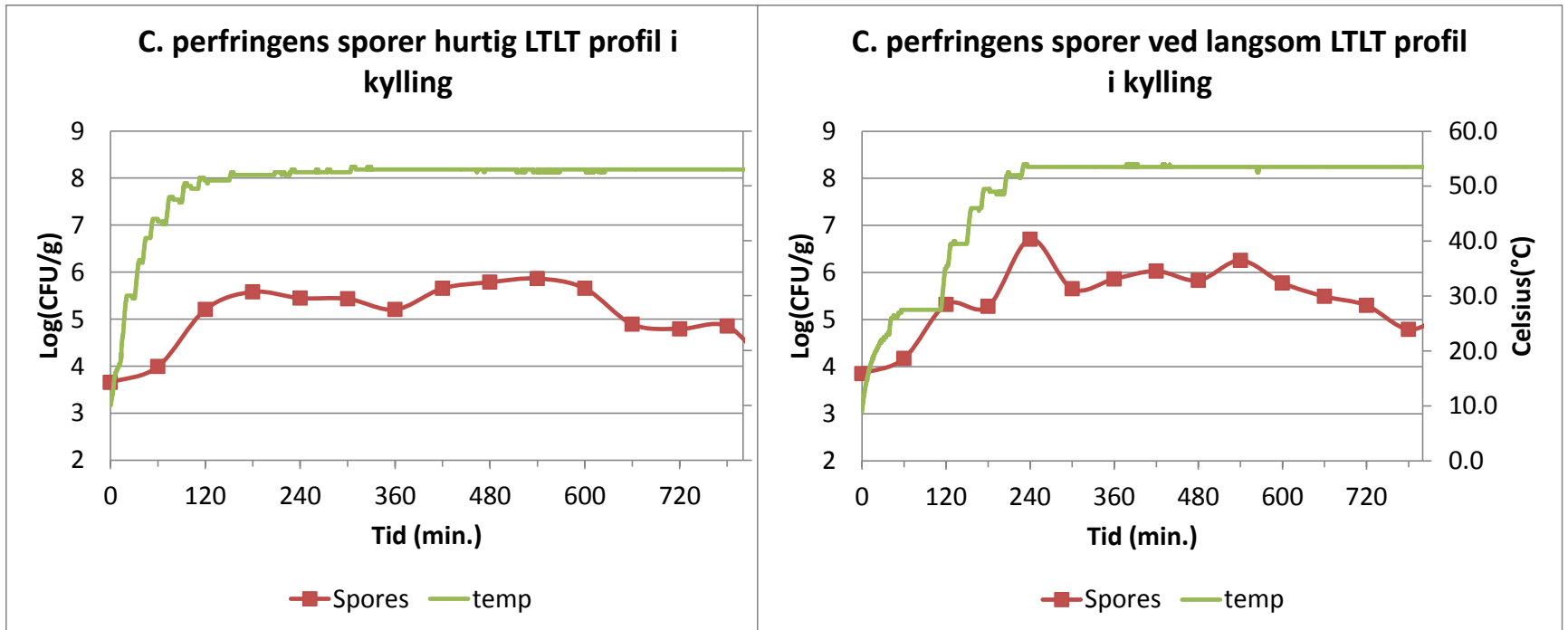
53 – 56°C

Kontrol af varmebehandlingstid. Når der går **højst 90 min. til 53°C opnås gælder ækvivalensprincippet ELLERS** skal der varmebehandles så evt. tilvækst af *C. perfringens* reduceres

Ækvivalens til 1 sek. ved 75°C (z=5°C)

Temp. (°C)	Tid
72	4 sek.
70	10 sek.
68	25 sek.
67	1 min.
65	2 min.
64	3 min.
63	4 min.
62	7 min.
61	11 min.
60	17 min.
59	26 min.
58	42 min.
57	1 time
56	2 time

LTLT-området



Tilvækst/reduktion af *C. perfringens*

Stigetid fra køl til 53°C (timer)	<i>C. perfringens</i> tilvækst (log-stigning)
1/2	<1
1	<1
1 1/2	<1
2	1
2 1/2	1,3
3	1,6
3 1/2	2,0
4	2,5

Knøchel & Hansen 2013

Varmetolerance – *C. perfringens*

LTLT behandling	Kødtype	D-værdi ved 53°C (min.)	Kilde
Hurtig*	Svin	216	Knøchel & Hansen 2013
Hurtig	Kylling	263	Knøchel & Hansen 2013
Langsom**	Svin	281	Knøchel & Hansen 2013
Langsom	Kylling	372	Knøchel & Hansen 2013
Konstant	Okse	278	Foegeding & Busta 1980

*Hurtig: < 2 timer til 53°C

**Langsom: ≥ 4 timer til 53°C

Eks. tid til 3D v. 53°C:

Svin: 11 – 14 timer
 Kylling: 13 – 19 timer
 Okse: Mindst 14 timer

Tilstrækkelig varmebehandling – design og kontrol

Design

1. Udpeg problem organisme
2. Find startniveau for problem organisme i produktet
3. Bestem antal nødvendige log-reduktioner
4. Find D- og z-værdi for problem organisme i sammenlignelig fødevare
5. Beregn nødvendig drabseffekt:

$$D_T \cdot \text{Log-reduktion} = nPV_T^z$$

nPV_T^z = nødvendig drabseffekt ved temperaturen T

D_T = D-værdi ved temperaturen T

Kontrol

1. Find det koldeste punkt i produktet
2. Mål tid/temperatur-forløb under processen i koldeste punkt
3. Bestem processens drabseffekt, oPV_T^z
4. Sammenlign oPV_T^z med nPV_T^z , hvis

$$oPV_T^z > nPV_T^z$$

er varmebehandlingen tilstrækkelig

Tilstrækkelig hurtig nedkøling?

Hvad mener I?

Udgangspunkt for vurdering af nedkøling

- At *Clostridium perfringens* **ikke** når et sygdomsfremkaldende antal

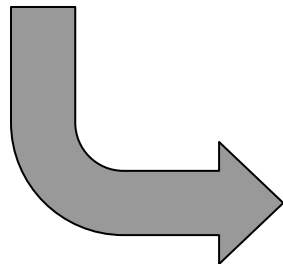
Kilde: Andersen *et al.* 2004, JFP 67, pp. 83

- At nedkølingen vil følge en eksponentiel kurve når omgivelsesbetingelserne er konstante

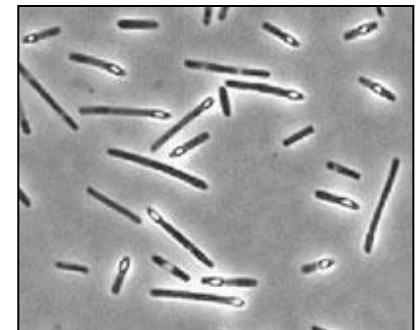
Kilde: Blankenship *et al.* 1988, AEM 54, pp. 1104

Grænse for vækst af *C. perfringens*

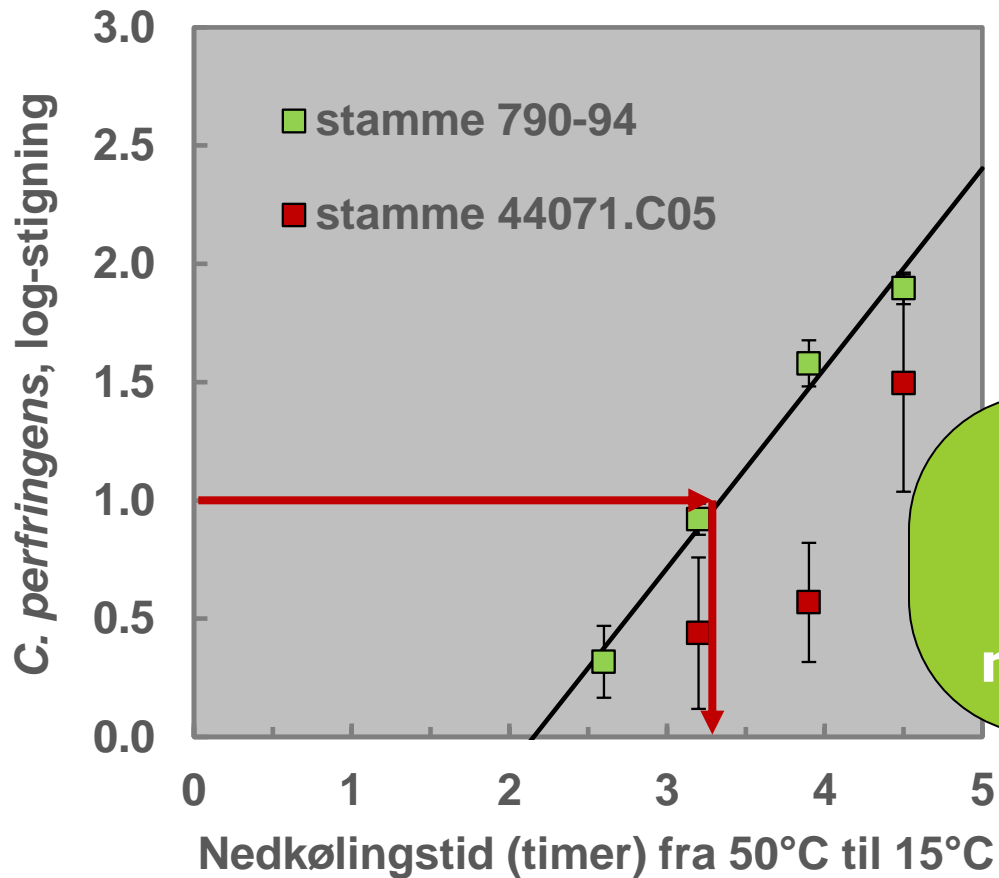
Forekomst – eksempler (USA statistik)	Antal	Sygdoms- fremkaldende antal
Fersk svinekød 66 % Fersk oksekød 25 % Fersk fjerkrækød 79 % Hakket kød 39 % Forarbejdede kødprodukter 81 %	<p><i>Typisk:</i> 1-1.000 pr. g</p> <p><i>Maksimalt:</i> 10.000 pr. g</p>	<p><i>Typisk:</i> >10⁶ bakterier</p> <p><i>Minimum:</i> 100.000 pr. g</p>



**Værst tænkelige:
10 x opformering
~ 1 log-stigning**



Kritisk grænse for nedkøling



Nedkøling
 fra 50°C til 15°C
 må maks. tage 3 timer

Forudsigelse af nedkøling

