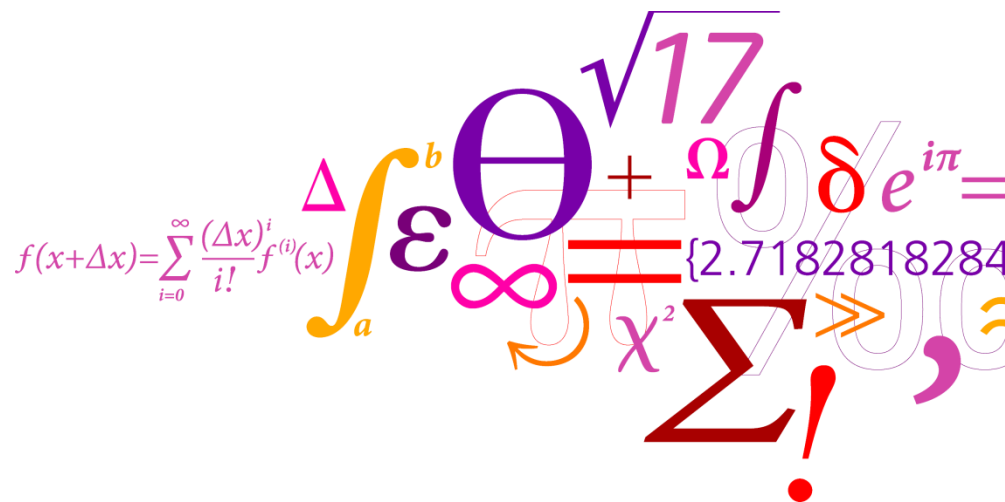


# Forudsigelse af opbevaringstemperatur ved lunholdelse af færdigretter

Tina Beck Hansen, DTU

Solvej K. Holm Hansen, DTU

FVST, Foder- og Fødevareresikkerhed



# Hvorfor? Og hvad er problemet?

- Hvad er lunholdelse? Er det varmholdelse ( $>65^{\circ}\text{C}$ )?
  - Opbevaring ved alt fra 20 til  $65^{\circ}\text{C}$  efter en varm tilberedning
- Hvad siger de officielle retningslinjer om lunholdelse?
  - Ingen regler om lunholdelse, men vejledning om at opbevaring uden køl ikke bør overstige 3 timer i forbindelse med salg eller servering af spiseklare fødevarer
- Hvad er problematikken ved lunholdelse?
  - Kan der være vækst af overlevende sporedannere?
  - Hvor hurtigt når de til et evt. sygdomsfremkaldende antal?

**Mål:** Finde de opbevaringstemperaturer der forhindrer vækst til et sygdomsfremkaldende niveau inden for 3 h

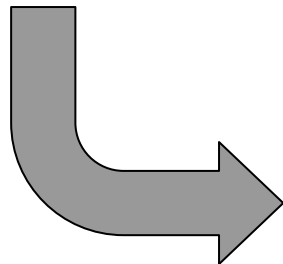
# Lunholdelse – forudsigelse af patogen vækst

Hurtigst voksende sporedannende patogen?

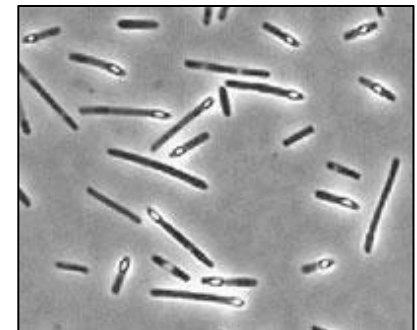
Sporedannere	Gen.tid (min) v. 40°C, pH 5,9, <1% NaCl
<i>Bacillus cereus</i>	130
<i>Clostridium botulinum</i>	75
<i>Clostridium perfringens</i>	23

# 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> &gt;10<sup>6</sup> bakterier</p> <p><i>Minimum:</i> 100.000 pr. g</p>



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



# Lunholdelse – kan temperaturprofilen forudsiges?

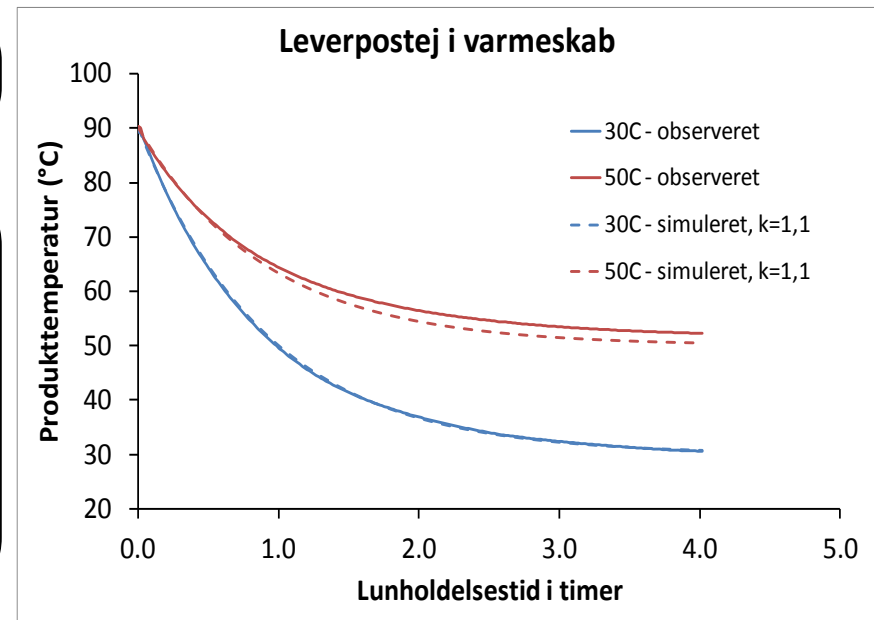
$$T(t) = T_a + (T_o - T_a) \cdot e^{-kt}$$

$T_a$ : opbevaringstemperatur

$T_o$ : starttemperatur

$k$ : afkølingskonstant

$t$ : lunholdelsestid



**JA** – hvis vi kan bestemme afkølingskonstanten,  $k$  kan vi forudsige temperaturforløbet under lunholdelsen

# Hvad afhænger k af?

$$k = \frac{-U \cdot A}{m \cdot C_p}$$

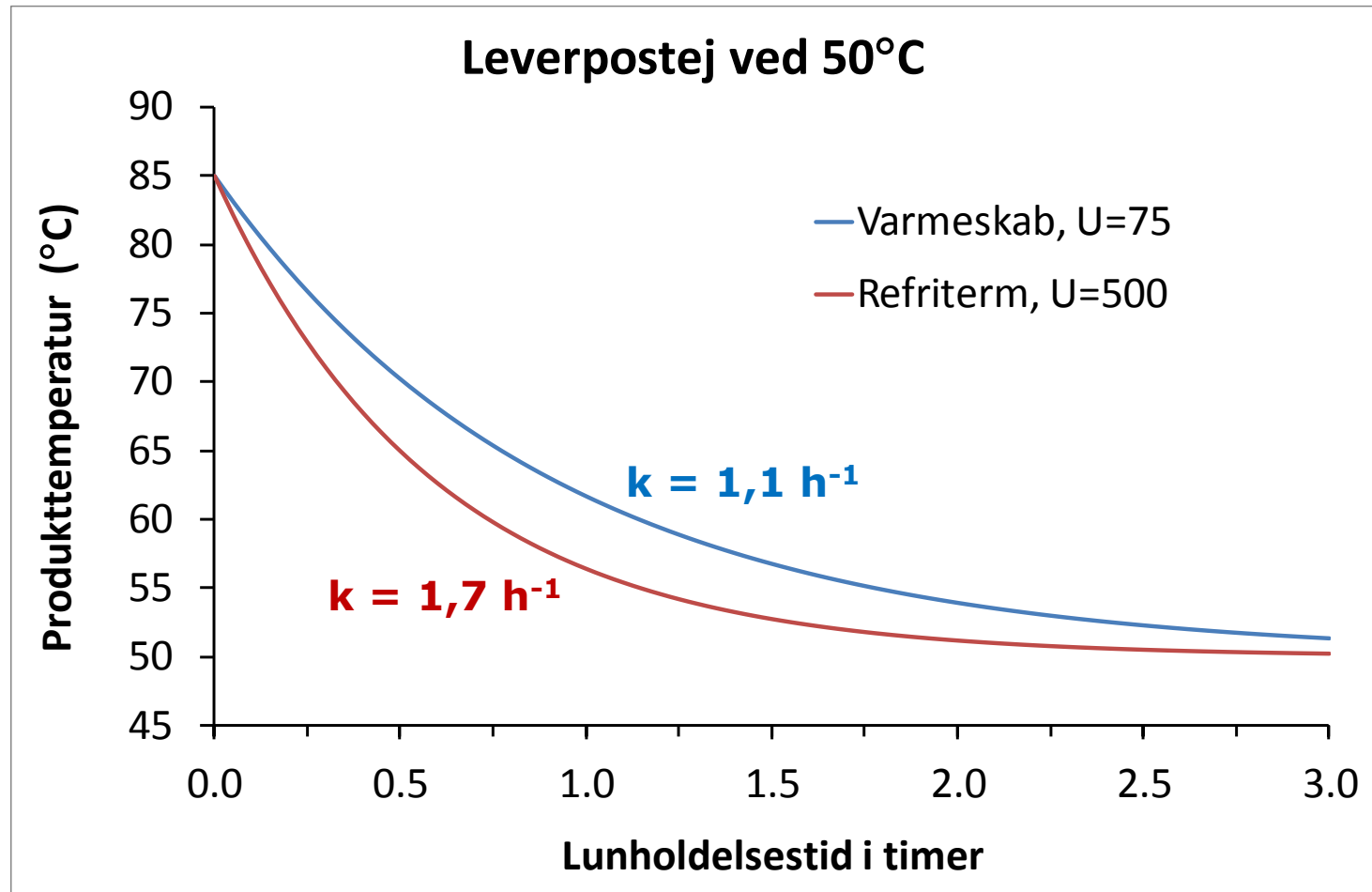
U: varmeovergangstal

A: arealet

m: massen

$C_p$ : varmekapaciteten

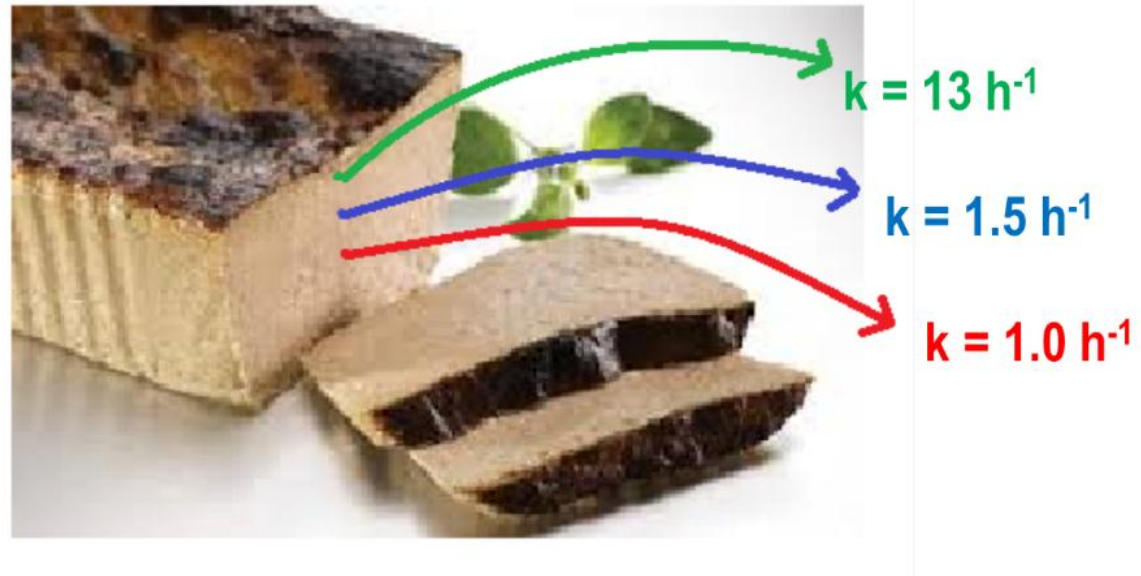
# Effekt af varmeovergangstallet, U



# Effekt af fødevaren ( $A$ , $m$ og $C_p$ )

Fødevarer v. 22°C	$k$ ( $h^{-1}$ )
Frikadelle	1,1
Kylling	0,6
Ribbensteg	0,9
Kamsteg	1,0
Leverpostej	0,6
Fiskefilet	0,9

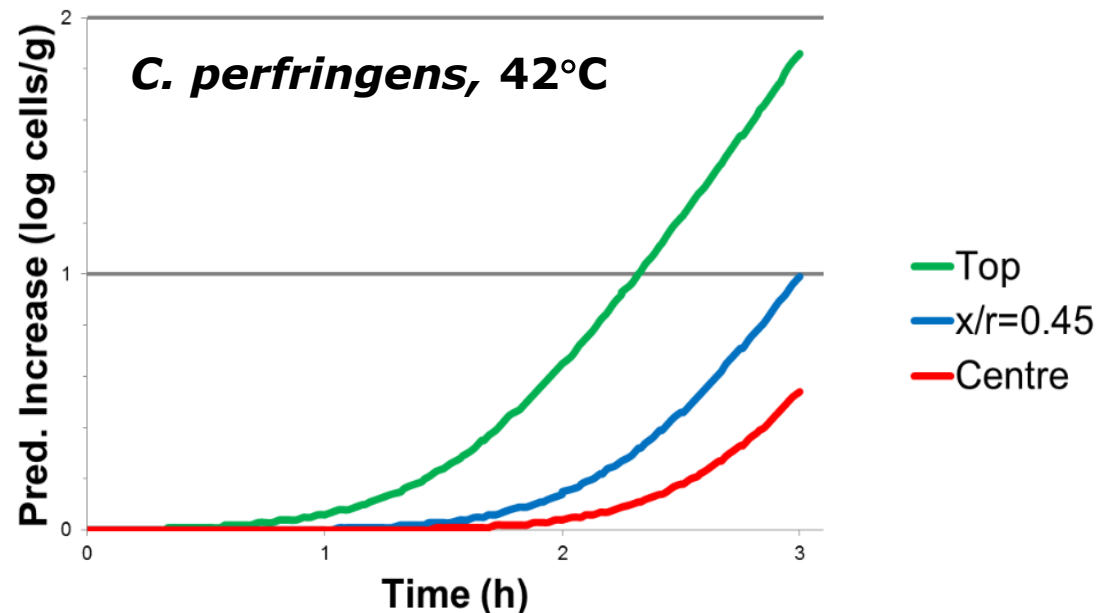
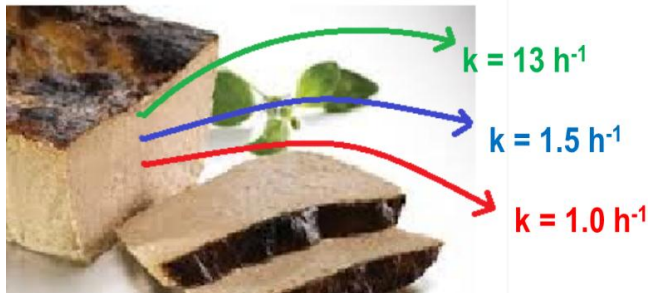
Varmeskab på 42°C med  $U = 75 \text{ W/m}^2 \text{ K}$





# Effekt af $k$ på vækstmuligheden

Prædikteret vækst af *C. perfringens* forskellige steder i en leverpostei (pH 6 og 1.5 % salt-i-vand)



Inden for 3 timers lunholdelse vil vækstmuligheden af *C. perfringens* stige med stigende afkølingskonstant,  $k$

# Hvordan gjorde vi så?

- Afgrænsede problemstillingen til
  - $T_0 = 75^\circ\text{C}$
  - $t = 3$  timer
  - Værdier af  $k$ , fra  $0,2$  til  $10 \text{ h}^{-1}$
- Simulerede temperaturprofiler
  - For forskellige  $T_a$ , fra  $20$  til  $52^\circ\text{C}$
- Prædikterede vækst af *C. perfringens*
  - Le Marc et al. (2008): IJFM 128, 41-5
- Bestemte sammenhængen mellem
  - $T_a$  (lunholdelsestemperatur)
  - $k$  (afkølingskonstanten)
  - $< 1 \log_{10}$ -stigning af *C. perfringens*
  - pH
  - salt

Ved at kende produktets

**pH**

**salt**

samt afkølingsprocessens

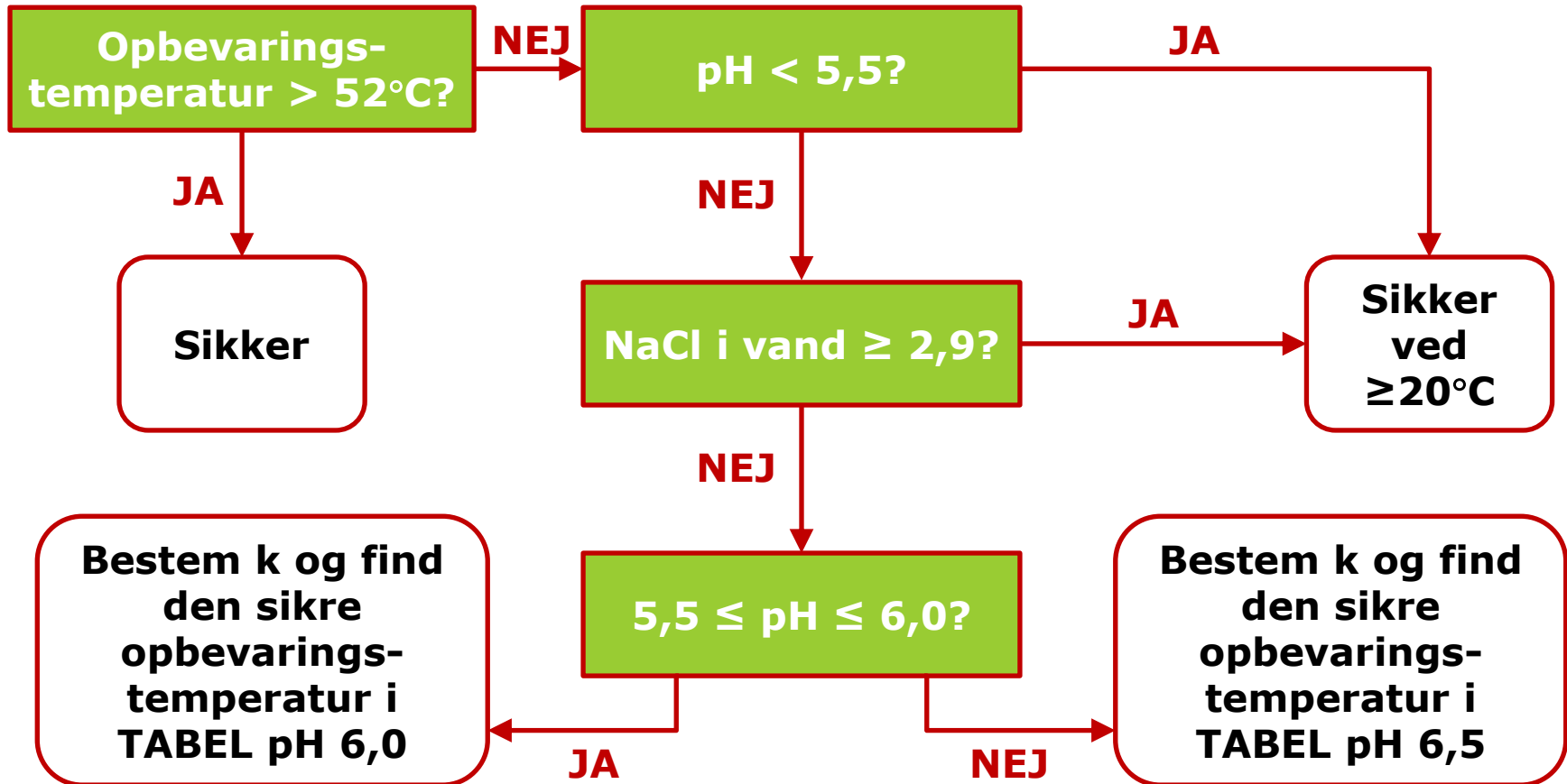
**k**

så kan vi forudsige de

**opbevaringstemperaturer ( $T_a$ )**

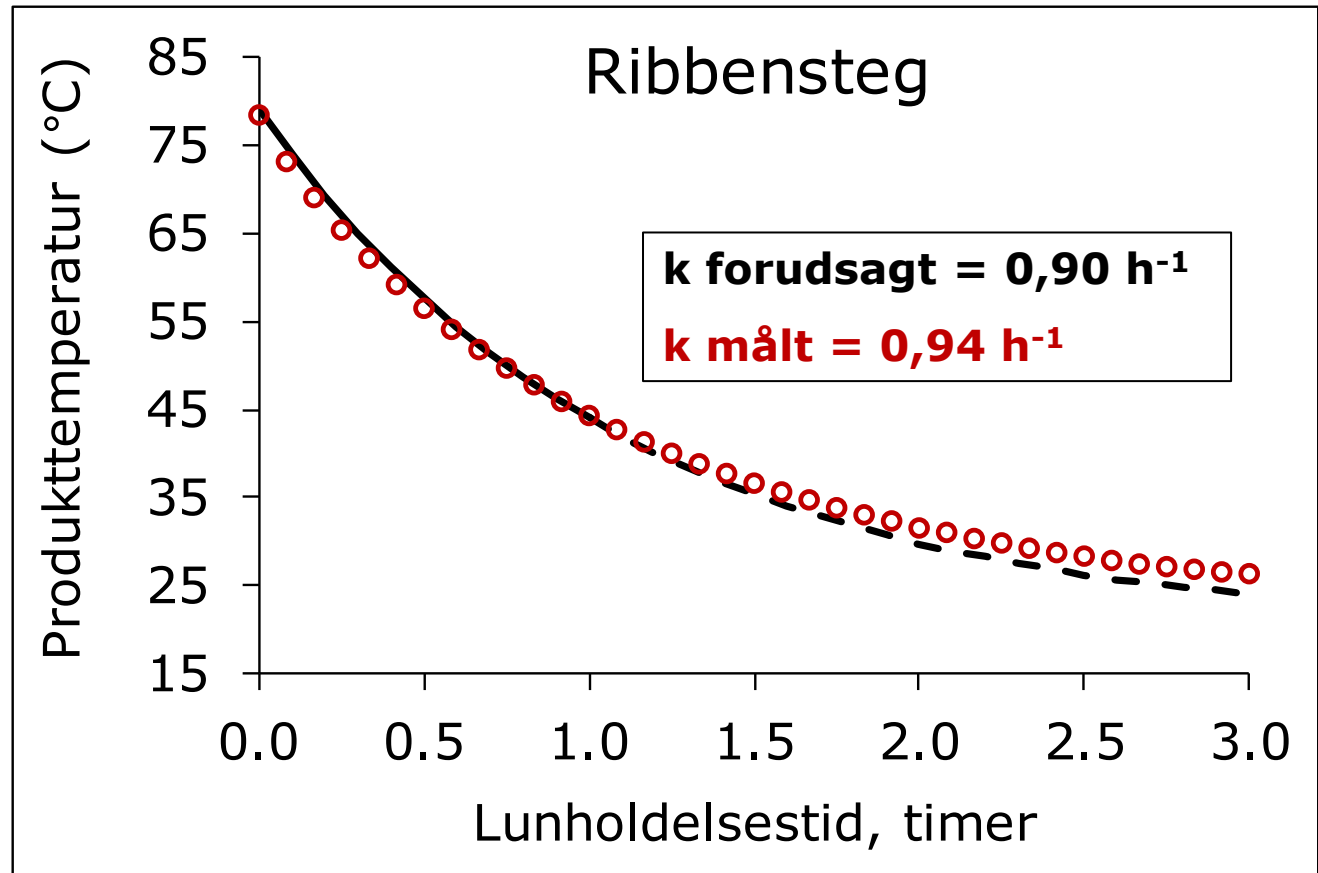
der kan sikre, at væksten af *C. perfringens* **IKKE** overskrider  $1 \log_{10}$  inden for 3 timer

# Modellen – for maks. 3 timer



# Bestemmelse af k

	Værdi
To	79°C
Ta	20°C
t	1 time
T(t)	44°C



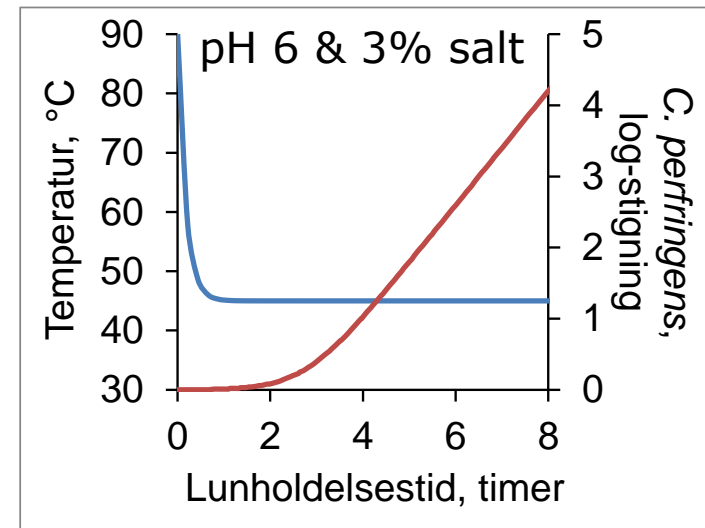
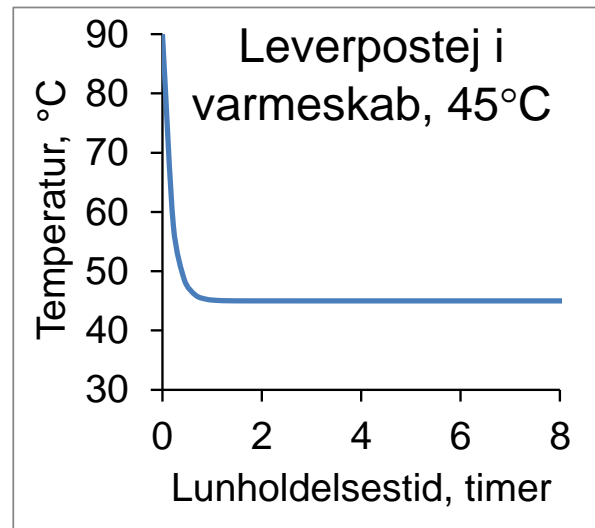
# Eksempler

Fødevarer	$k$ , målt i centrum ( $h^{-1}$ )	Tykkelse < 5 cm?	pH	Salt i vand (%)	Sikker opbevaring ( $^{\circ}C$ )
Frikadelle	1,1	JA	6,1	2,8	$\geq 20$
Kylling	0,6	NEJ	6,4	1,2	$\leq 31$ el. $\geq 50$
Ribbensteg	0,9	JA	6,4	1,6	$\leq 31$ el. $\geq 48$
Kamsteg	1,0	NEJ	6,2	1,0	$\leq 31$ el. $\geq 51$
Leverpostej	0,6	NEJ	6,1	3,4	$\geq 20$
Fiskefilet	0,9	JA	6,3	1,1	$\leq 30$ el. $\geq 49$

# Mere end 3 timers lunholdelse?

1. Bestem afkølingskonstanten,  $k$  (på samme måde som før)
2. Simuler temperaturprofilen for det specifikke produkt og varmekilde samt ønsket opbevaringstemperatur og -tid
3. Overfør temperaturprofilen til Perfringens Predictor ([http://modelling.combase.cc/Perfringens\\_Predictor.aspx](http://modelling.combase.cc/Perfringens_Predictor.aspx))
4. Vurder om vækstmuligheden for *C. perfringens* overstiger 1 log

	Værdi
To	90°C
Ta	30°C
t	1 time
T(t)	49°C



**Tak for opmærksomheden**