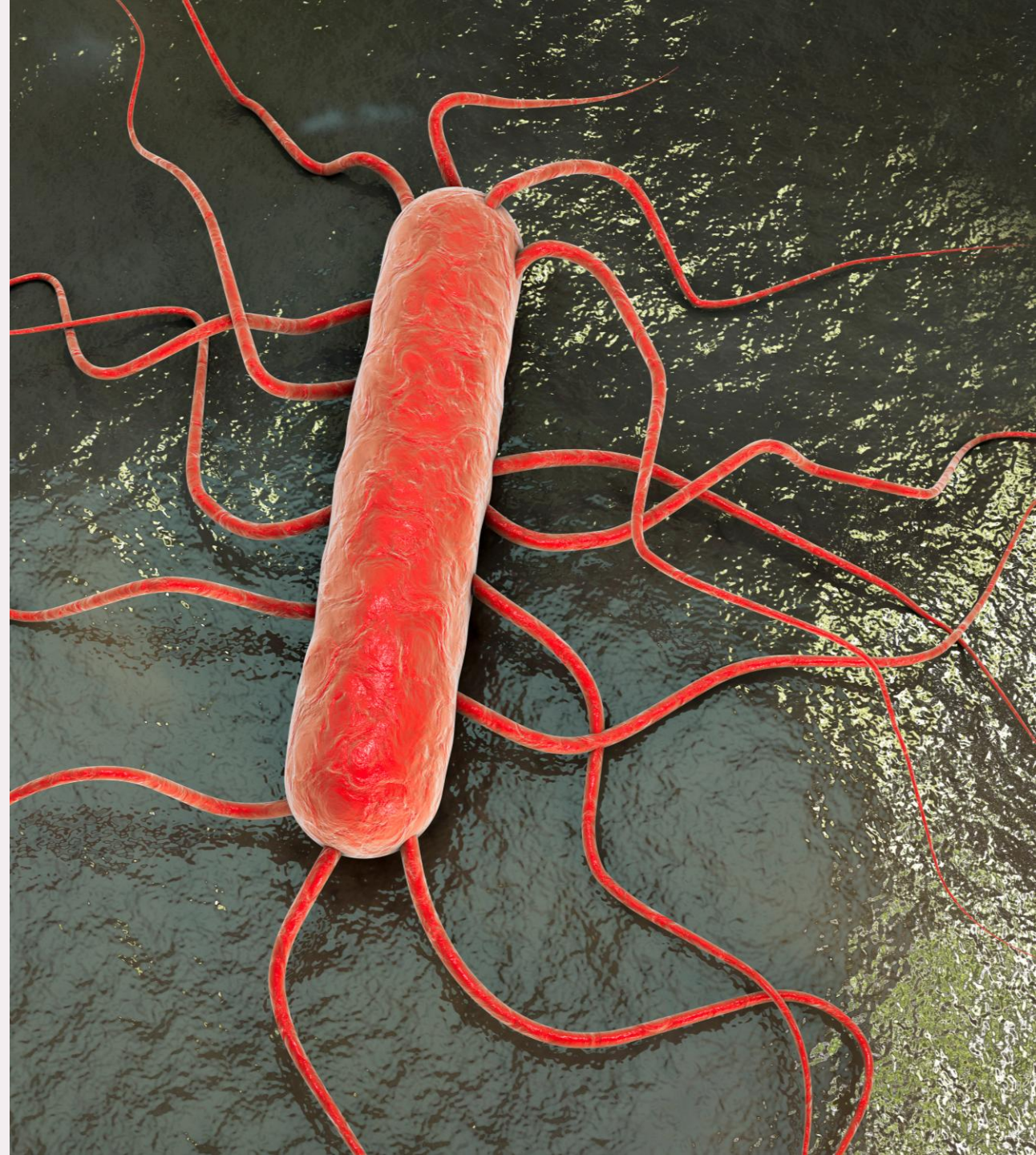


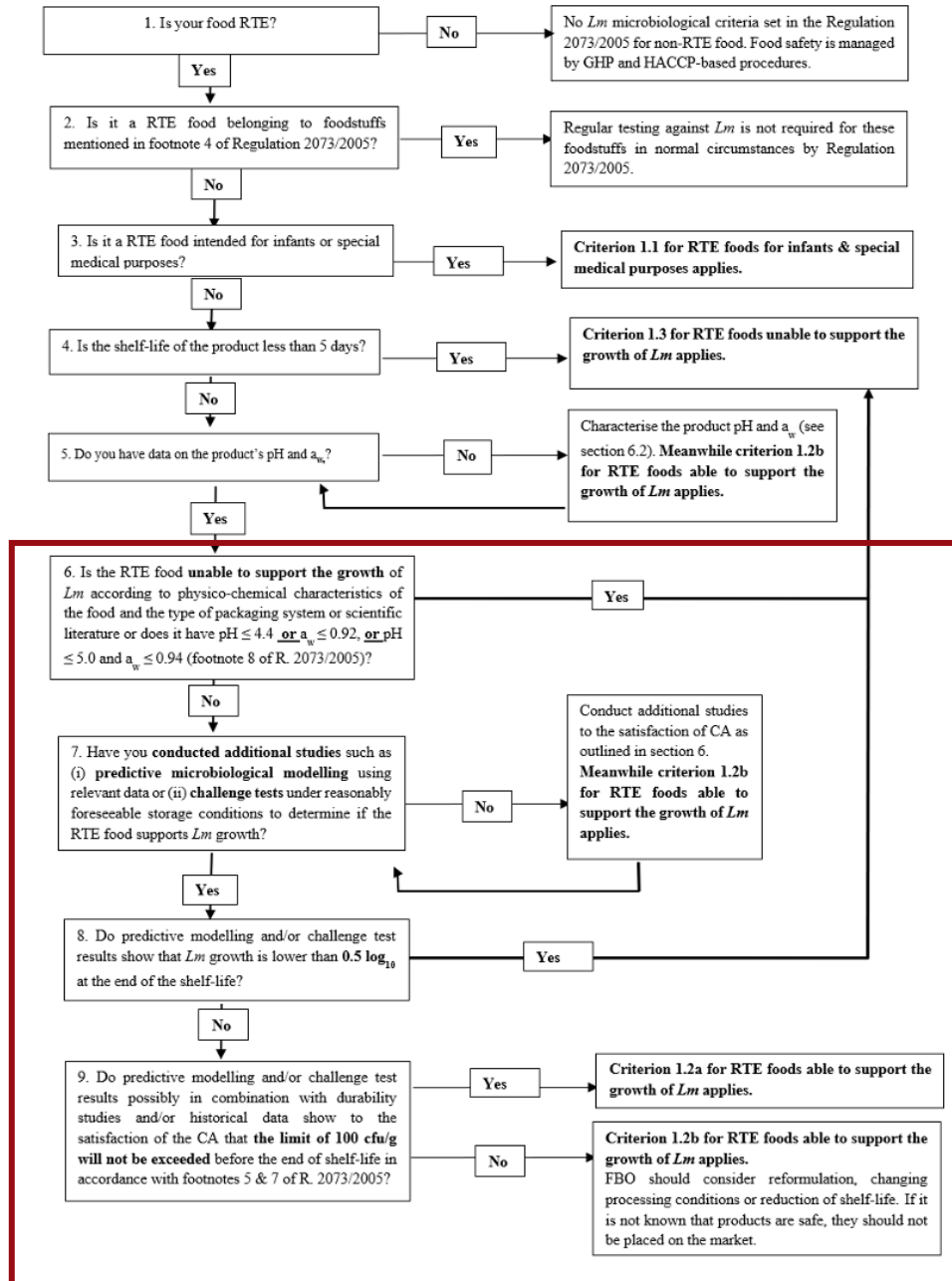
Brug af prædiktive modeller til fastlæggelse af vækst af *Listeria monocytogenes*

- Fordele, ulemper og udfordringer ved brug af matematiske modeller

Anette Granly Koch, Teknologisk Institut
Konferencen: Fødevarelovgivning 6-7 maj,
InsightEvents, København



Vejledning fra EU til fastlæggelse af Lm kategori for ready-to-eat produkter



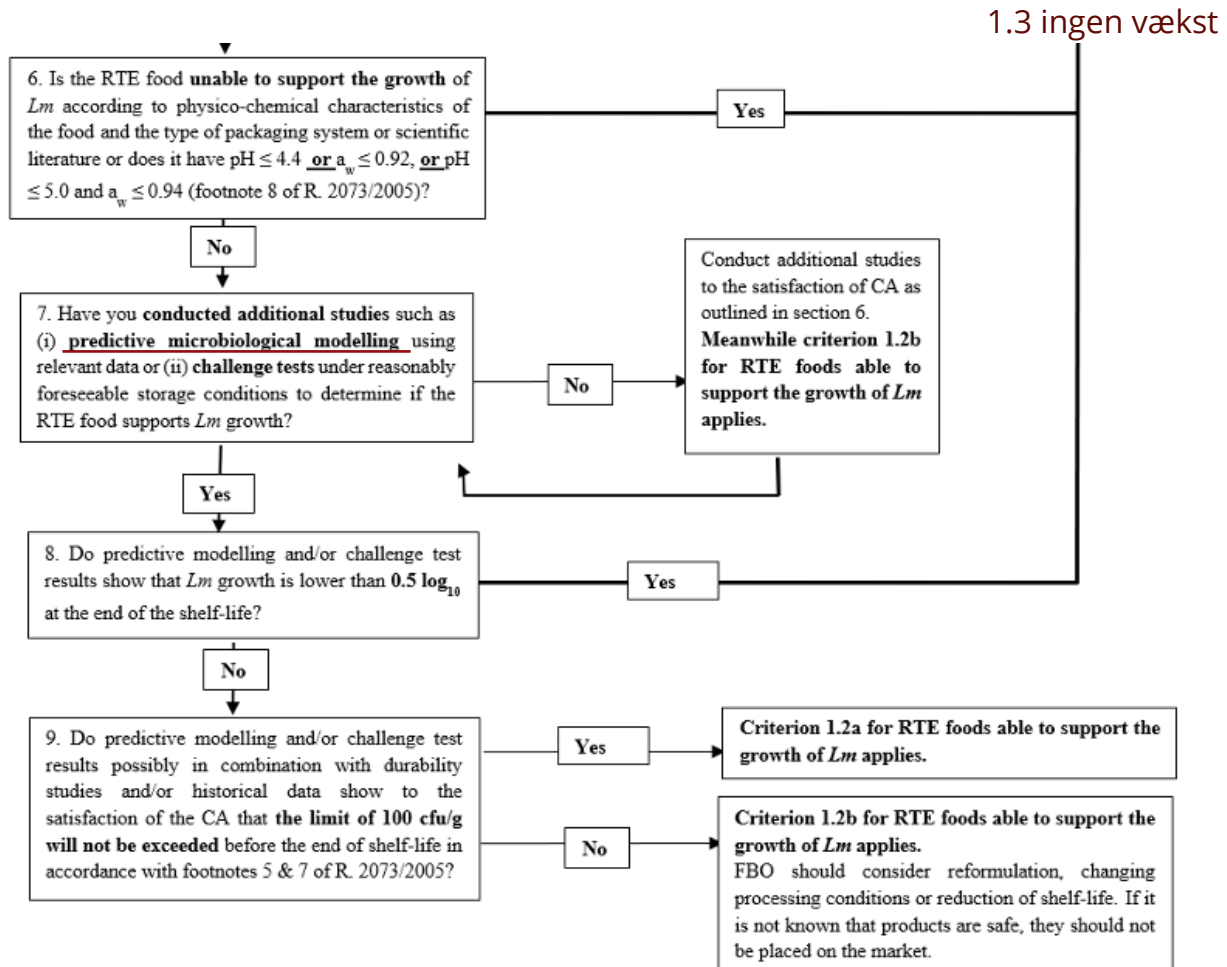
1.1 til spædbørn og særlig medicinsk anvendelse

1.3 vækst er ikke mulig

1.2 vækst er mulig

Figure 2: Simplified decision tree to determine the appropriate Lm food safety criterion for a RTE food according to Commission Regulation (EC) No 2073/2005

Vejledning fra EU



Brug Prædiktive modeller til at fastlægge om dit produkt tilhører:

- Gruppe 1.3 – ingen vækst af LM
- Gruppe 1.2a – LM vokser men max 100 cfu/g på sidste holdbarhedsdag
- Gruppe 1.2b – LM vokser, overvej mere konservering eller kortere holdbarhed

Vigtige forhold ved brug af modeller

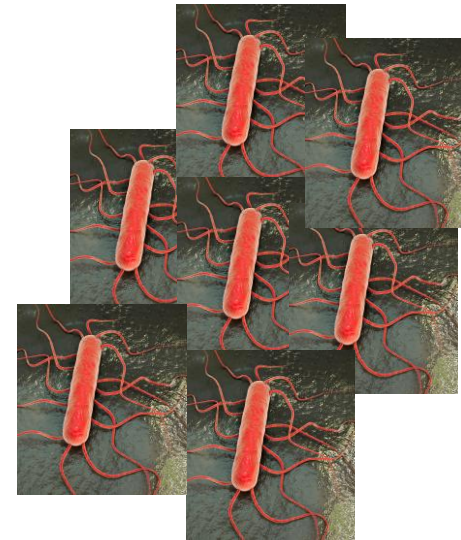
Vælg den rigtige model

Indtast korrekt konservering

Hvilket startkimaltal for Lm

Distributionsforhold
(temperatur/tid)

Vurdering af prædiktionen



Mange modeller findes – dette er eksempler

- FSSP - <http://fssp.food.dtu.dk/> (gratis)
- DMRI Predict – www.dmripredict.dk (gratis)
- Pathogen Modeling Program (PMP) - <https://portal.errc.ars.usda.gov/PMP.aspx> (gratis)
- Combase - <https://combase.errc.ars.usda.gov/>
- Growth Predictor - <https://www.foodsctech.com/growth-predictor> (ikke aktivt pt, gratis)
- IPMP Dynamic Prediction - <http://www.ars.usda.gov/Main/Docs.htm?docid=25312> (gratis)
- Sym'Previus - <https://symprevius.eu/en/> * Access to the software's core simulation features (530€HT/year)
- MicroHibro - <https://www.microhibro.com/> (gratis)
- Og mange flere

Der findes mange matematiske
modeller for vækst af
Listeria monocytogenes

Udvikling af prædiktive
modeller



Hvordan udvikles prædiktive modeller?

- Indsamling af data
- Data skal repræsentere relevante variable og intervaller
- Basisvariable: temperatur, salt og pH
- Ekstra variable: relevante konserveringsstoffer, pakkegas, røgkomponenter, nølefase og effekt af baggrundsflora



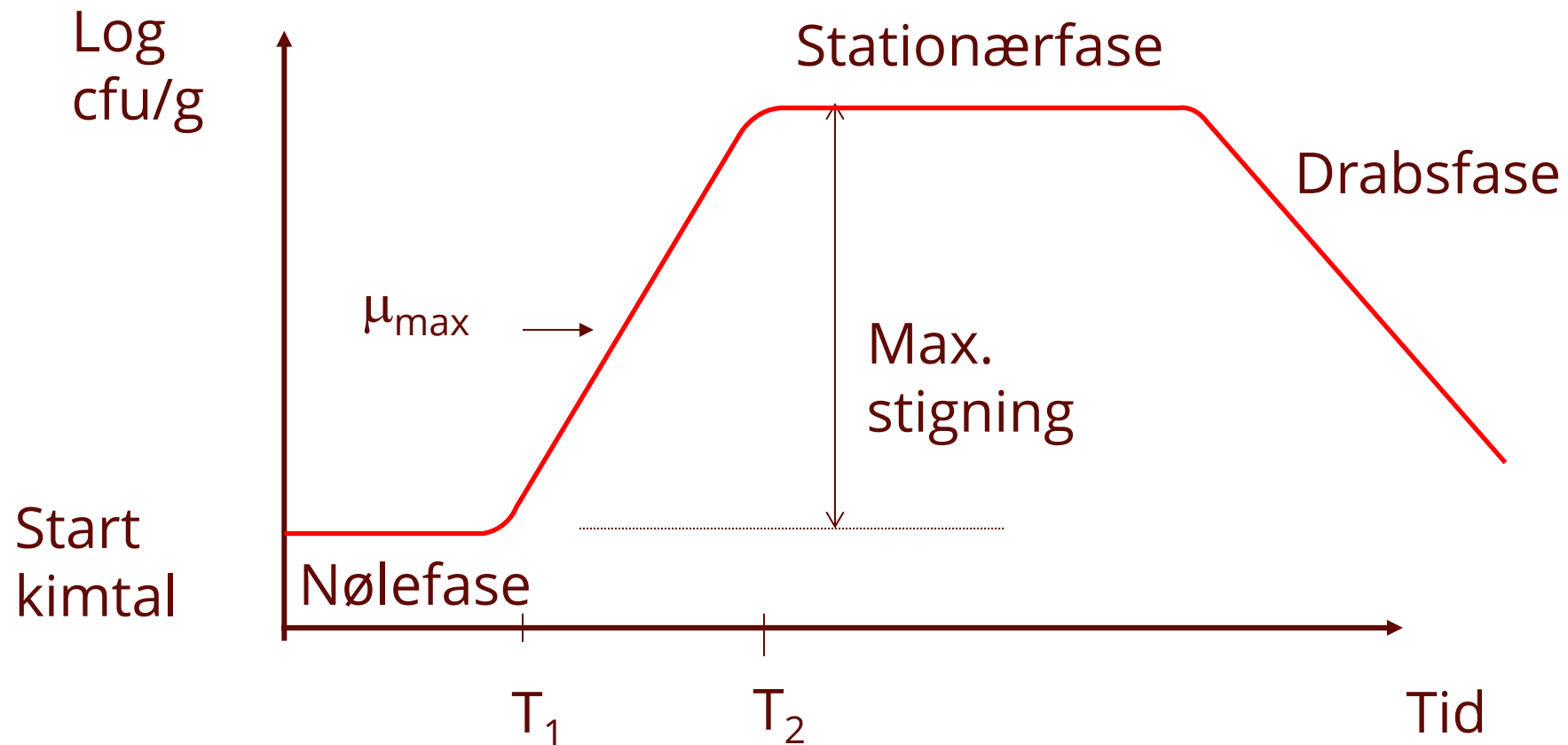
Generelle modeller

- Data fra laboratorieforsøg
- Få variabler
- Prædikterer "worst case"
- Ikke fødevarer-specifikke
- Kan valideres med challengetest i fødevarer

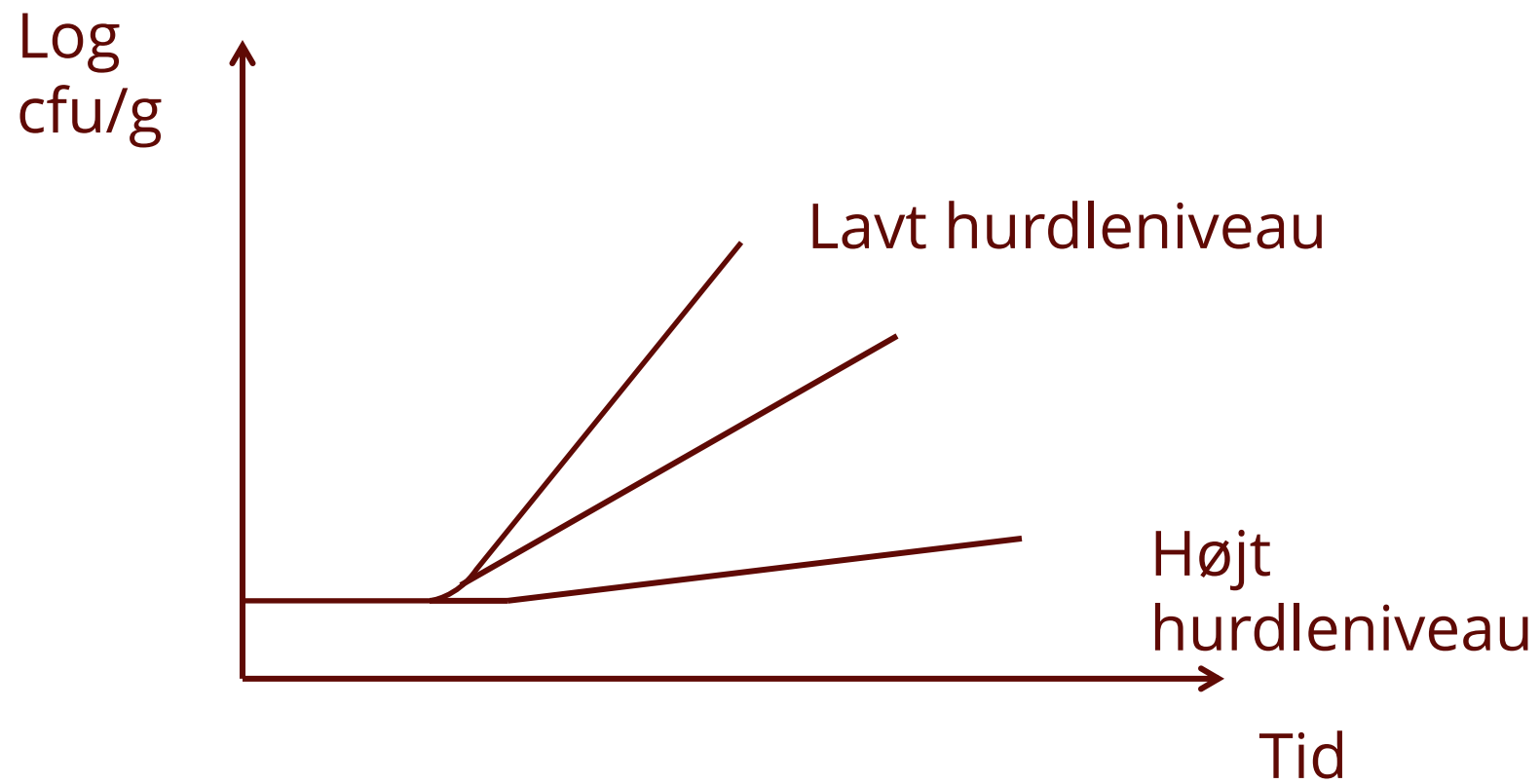
Specifikke modeller

- Data fra produktforsøg (challengetest)
- Ofte mange variabler
- Prædikterer både vækst og ikke-vækst
- Kræver mange data da fødevarer varierer

Modeludvikling - trin 1



Sekundær model

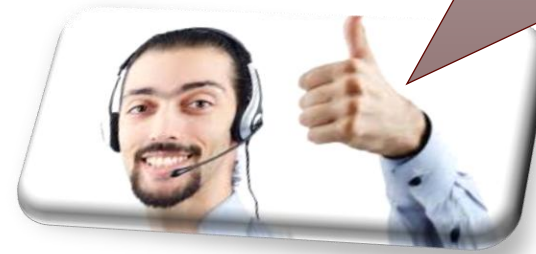


Tertiær model



Anvendelsesområde

- Kvantitativ mikrobiologisk risikovurdering
- Planer for kvalitetssikring (HACCP)
- Produktudvikling:
 - Sammenligning af vækst ved forskellige temperaturer*
 - Vurdering af konsekvenser ved receptændringer*
 - Afgrænsning af forsøgsdesign til udviklingsarbejde*
- Hurtig vurdering af holdbarhed
- Undervisning og formidling



Ny kunde, der gerne vil...
Kan det lade sig gøre?



Hvordan finder jeg et hurtigt svar?

- MEN ingen model er bedre end de variable, der indgår i den
- Den skal medtage ALLE de konserverende forhold, som er i produktet

Temperatur

pH

Salt

Nitrit

Laktat

Acetat

Benzoat

Sorbate

Citronsyre

Pakkegas (CO₂)

Clean label-løsninger

Osv.

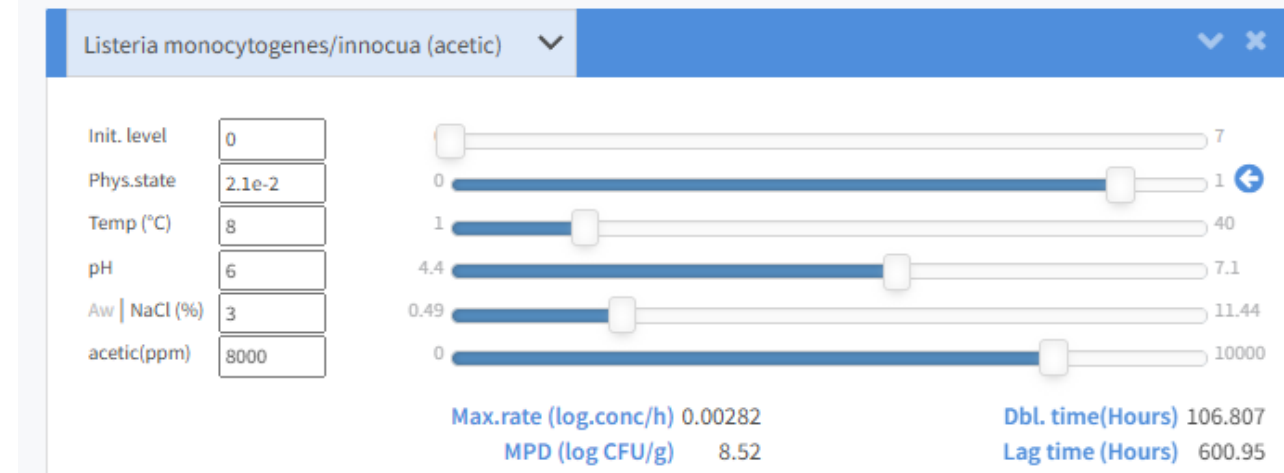
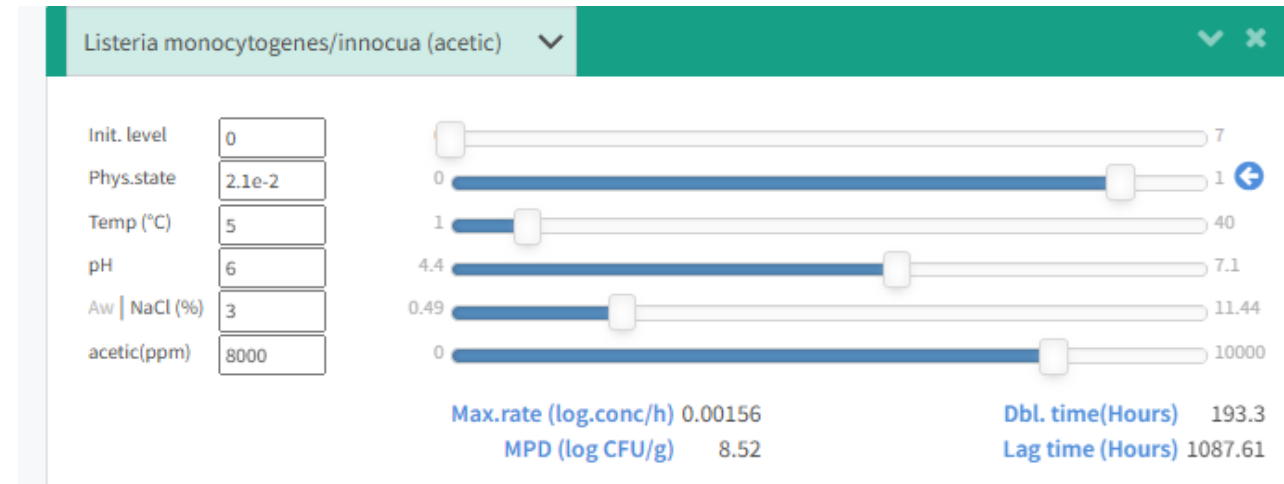
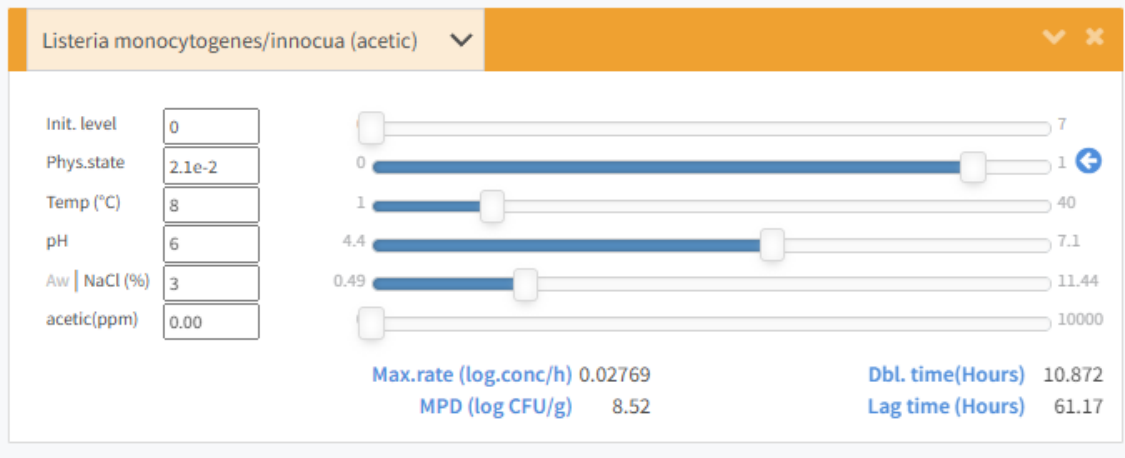
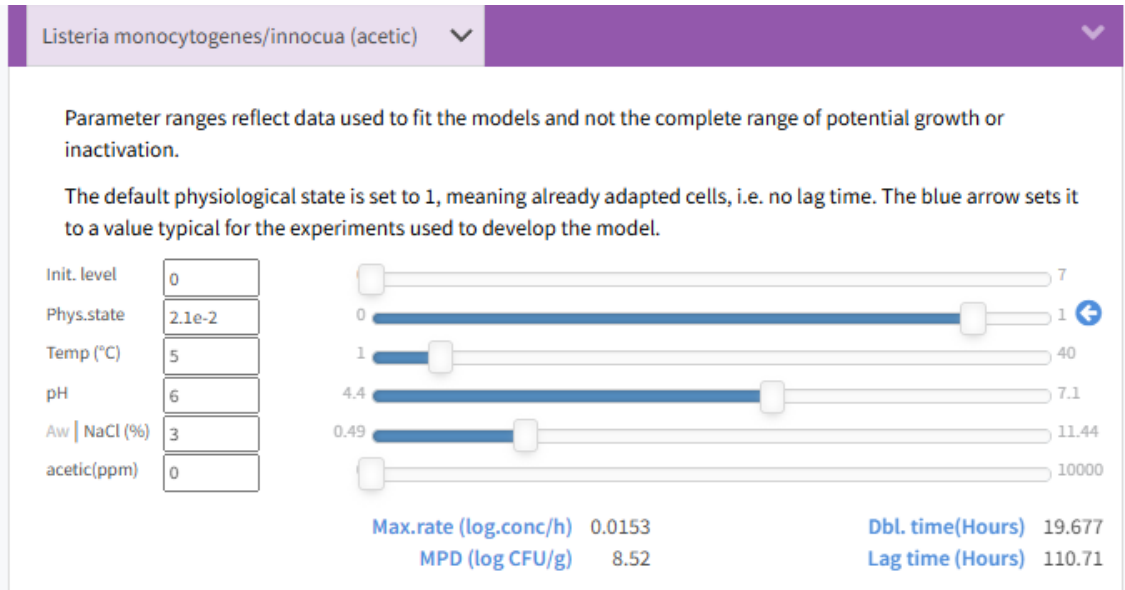
Listeria monocytogenes – Hvilken model kan hvad?

Parameter	FSSP	DMRI	Combase	PMP
Temp.	2-25°C	2-12°C	1-40°C	4-37°C
pH	5,6-7,7	5,4-6,6	4,4-7,5	4,5-8,0
Salt	0,6-9%	0,8-5,5% salt vand (53%-78%)	0-10,2%	0,5-5%
A _w	-	-	0,934-1	-
Nitrit	0-150 ppm	0-150 ppm	0-200 ppm (ene)	0-150 ppm
Laktat	0-60000 ppm	0-3% na-laktat	0-20000 ppm (ene)	-
Acetat	0-11000 ppm	0-0,5% na-acetat	0-10000 ppm (ene)	-
Sorbat	0-1300 ppm	-	-	-
Benzoat	0-1800 ppm	-	-	-
Phenol(røg)	0-20 ppm	-	-	-
CO ₂ (pakning)	0-100%	0-100%	0-100% (ene)	Anaerob/aerob
Andet	Bouillon, fisk, kød; syrer ^{a)}	kødprodukt	bouillon	div. modeller

a) Citric acid: 0-6500 ppm; diacetat: 0-3800 ppm

CombasePredict – indtastning

3% salt/vandfasen; 5°C – 8°C; 0 – 8000 ppm acetat/vandfasen



Combase: Vækst af Lm

- Startkimtal: 1 Lm/g
- pH: 6,0
- Salt (WPS): 3%

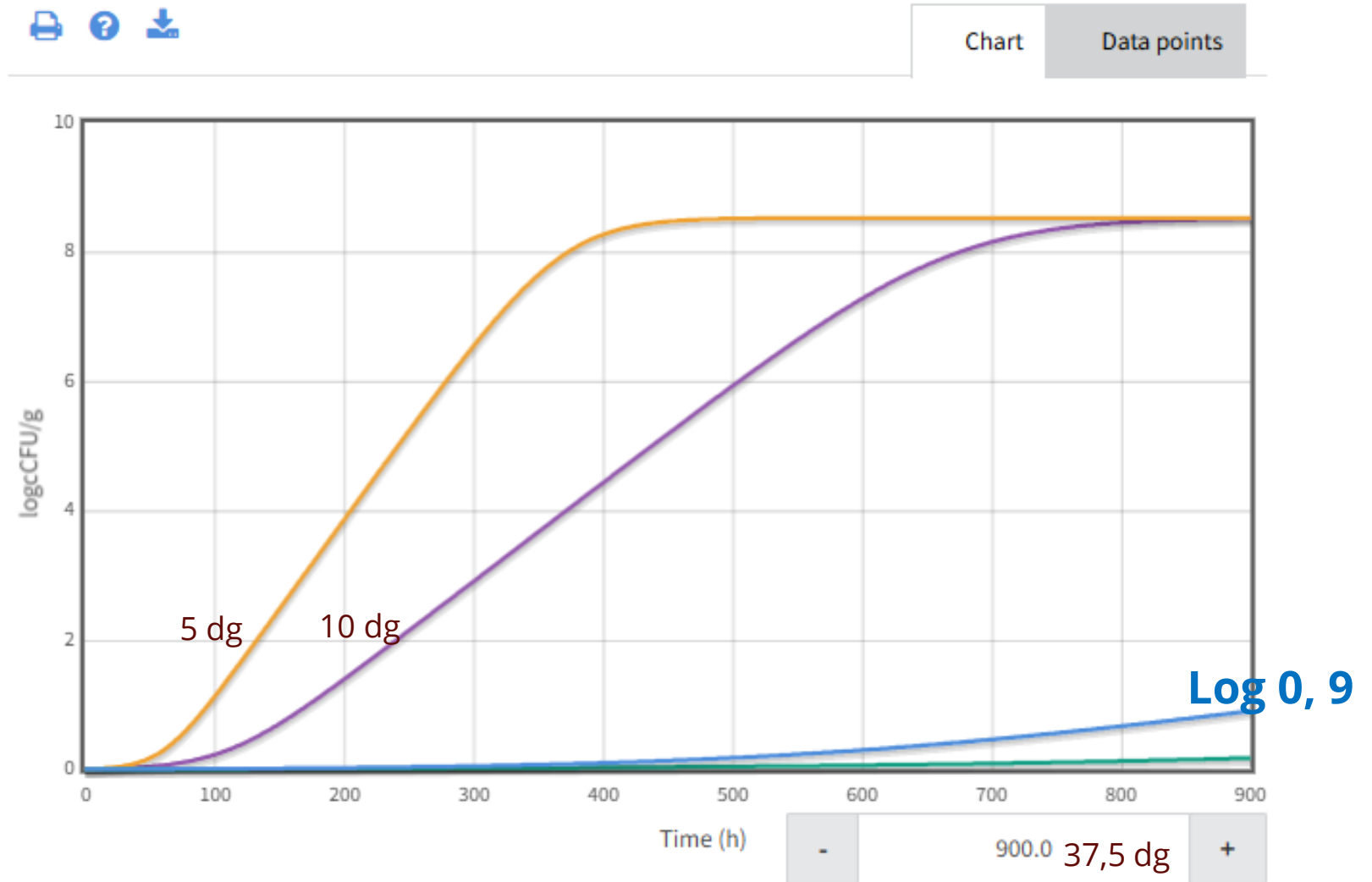
Variable:

Gul: 8°C, ingen acetat

Lilla: 5°C, ingen acetat

Blå: 8°C, 8000 ppm acetat

Grøn: 5°C, 8000 ppm acetat



Combase – variabel temperatur (med nølefasen) (21 dage v/5°C + 7 dage v/8°C)

[Static | Dynamic]

Time(h)	Temp (°C)
0.00	5.00
500.00	5.00
504.00	8.00
900.00	8.00



Listeria monocytogenes/innocua (acetic) ▼

Temperatures range [1,40]

Parameter ranges reflect data used to fit the models and not the complete range of potential growth or inactivation.

The default physiological state is set to 1, meaning already adapted cells, i.e. no lag time. The blue arrow sets it to a value typical for the experiments used to develop the model.

Init. level

Phys.state ←

pH

Aw | NaCl (%)

acetic(ppm)

Listeria monocytogenes/innocua (acetic) ▼

Temperatures range [1,40]

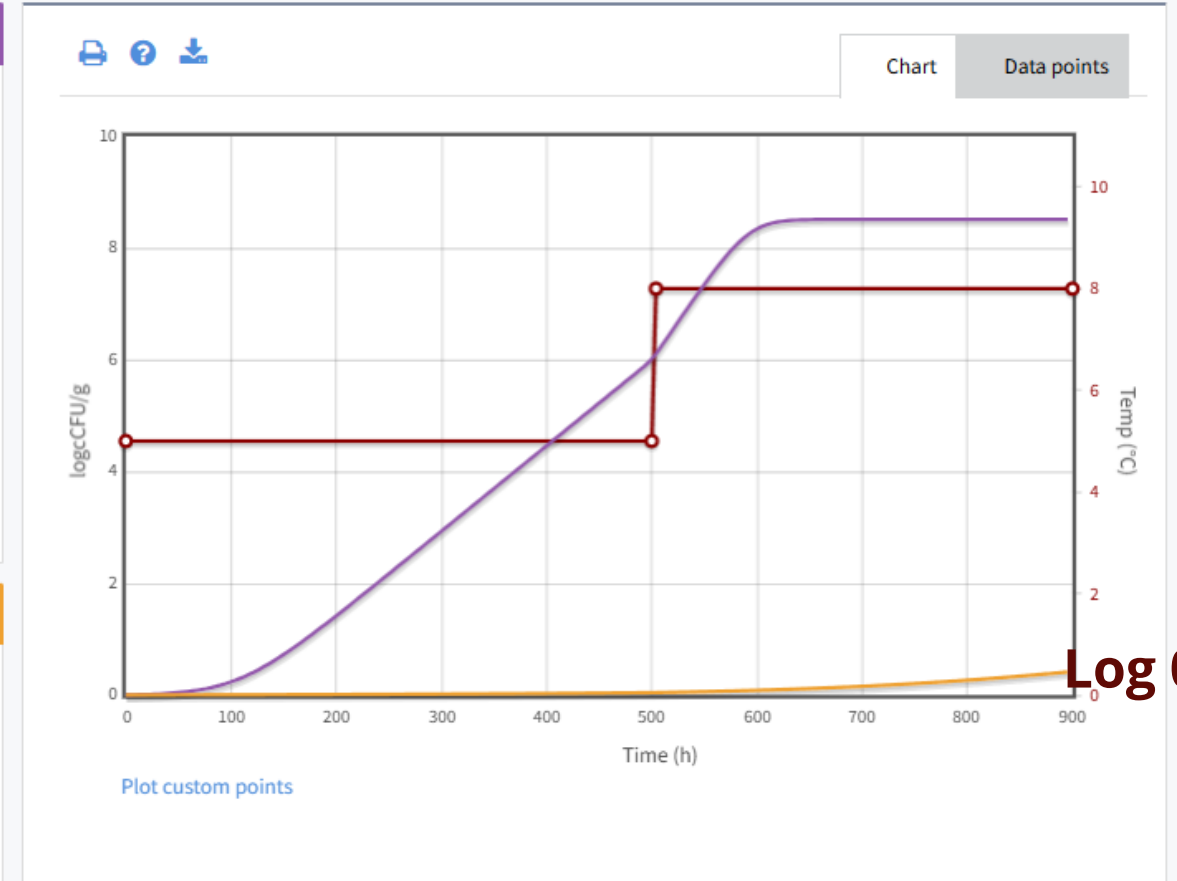
Init. level

Phys.state ←

pH

Aw | NaCl (%)

acetic(ppm)



Combase – variabel temperatur (uden nølefase)

(21 dage v/5°C + 7 dage v/8°C)

[Static | Dynamic]

Time(h)	Temp (°C)
0.00	5.00
500.00	5.00
504.00	8.00
900.00	8.00



Listeria monocytogenes/innocua (acetic) ▼

Temperatures range [1,40]

Parameter ranges reflect data used to fit the models and not the complete range of potential growth or inactivation.

The default physiological state is set to 1, meaning already adapted cells, i.e. no lag time. The blue arrow sets it to a value typical for the experiments used to develop the model.

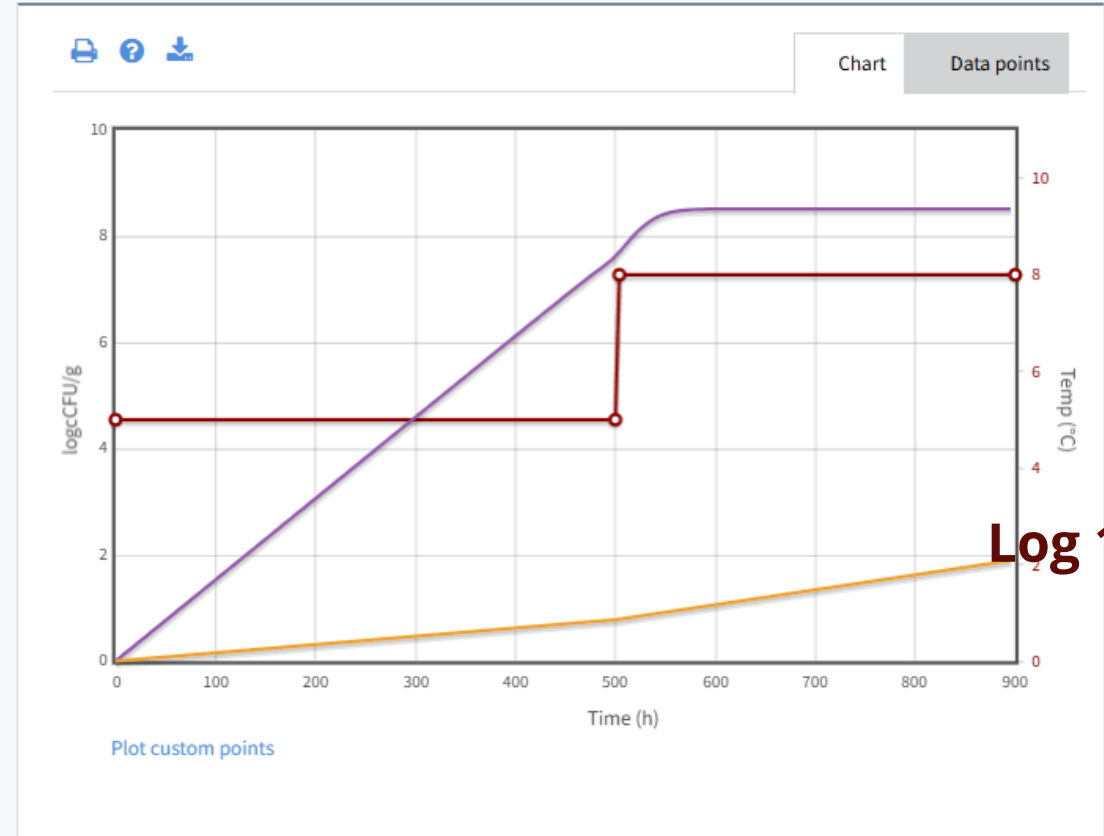
Init. level	<input type="text" value="0"/>	<input type="range" value="0"/>	7
Phys.state	<input type="text" value="1"/>	<input type="range" value="1"/>	1
pH	<input type="text" value="6"/>	<input type="range" value="6"/>	4.4 7.1
Aw NaCl (%)	<input type="text" value="3"/>	<input type="range" value="3"/>	0.49 11.44
acetic(ppm)	<input type="text" value="0"/>	<input type="range" value="0"/>	10000

Listeria monocytogenes/innocua (acetic) ▼

Temperatures range [1,40]

Init. level	<input type="text" value="0"/>	<input type="range" value="0"/>	7
Phys.state	<input type="text" value="1"/>	<input type="range" value="1"/>	1
pH	<input type="text" value="6"/>	<input type="range" value="6"/>	4.4 7.1
Aw NaCl (%)	<input type="text" value="3"/>	<input type="range" value="3"/>	0.49 11.44
acetic(ppm)	<input type="text" value="8000"/>	<input type="range" value="8000"/>	10000

[Add prediction]



Log 1,9

Combase - variabel temperatur (uden nølefase)

(21 dage v/7°C + 7 dage v/10°C)

[Static | Dynamic]

Time(h)	Temp (°C)
0.00	7.00
500.00	7.00
504.00	10.00
900.00	10.00



Listeria monocytogenes/innocua (acetic) ▼

Temperatures range [1,40]

Parameter ranges reflect data used to fit the models and not the complete range of potential growth or inactivation.

The default physiological state is set to 1, meaning already adapted cells, i.e. no lag time. The blue arrow sets it to a value typical for the experiments used to develop the model.

Init. level 0 7

Phys.state 0 1 ←

pH 4.4 7.1

Aw | NaCl (%) 0.49 11.44

acetic(ppm) 0 10000

Listeria monocytogenes/innocua (acetic) ▼

Temperatures range [1,40]

Init. level 0 7

Phys.state 0 1 ←

pH 4.4 7.1

Aw | NaCl (%) 0.49 11.44

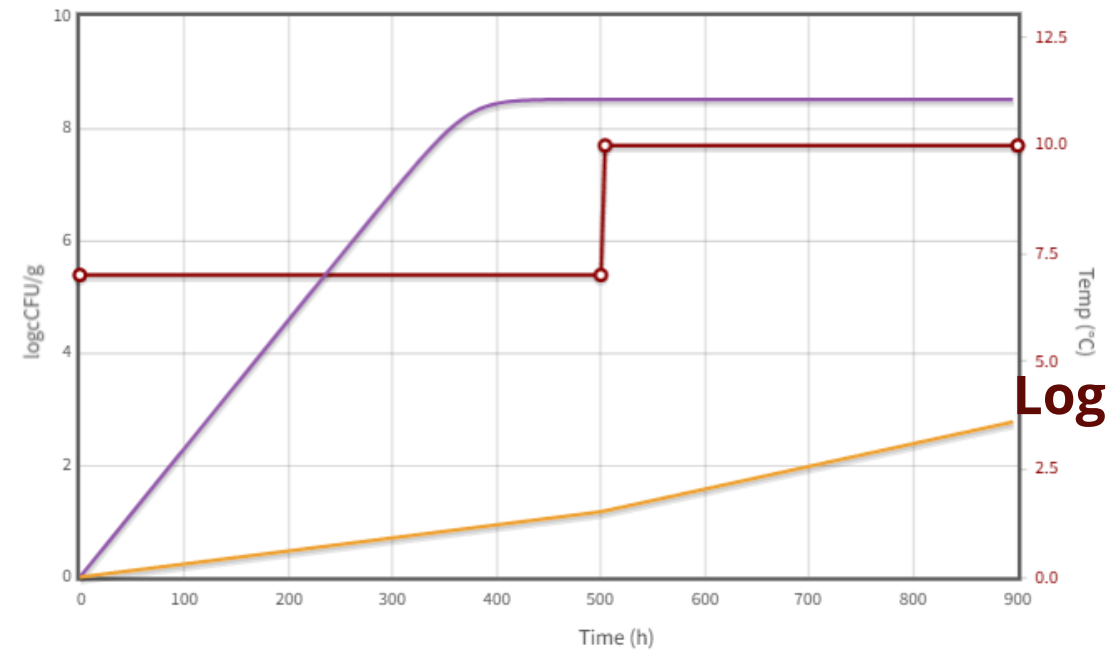
acetic(ppm) 0 10000

[Add prediction]



Chart

Data points



Log 2,8

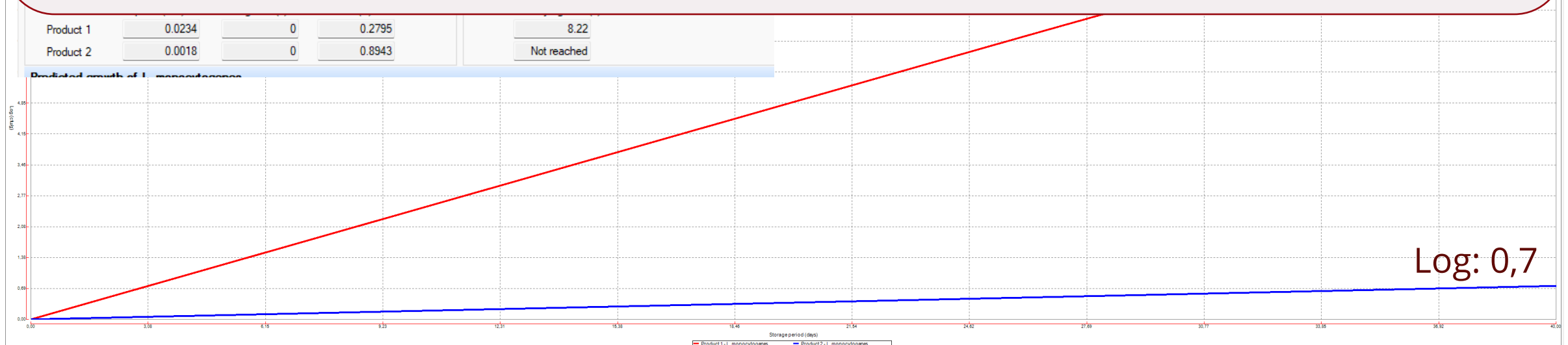
FSSP (ingen hhv. 0,4% Na-acetat) 5°C, pH 6, 3% salt (WPS)

Samme temperatur, pH og salt/vand som med ComBase.

CC: 8000 ppm acetat/vand: 0,9 log vækst/37 dage (bouillon)

FSSP: 0,4% Na-acetat (4596 ppm/vand): 0,7 log vækst på 37 dage (fisk og kødprodukter)

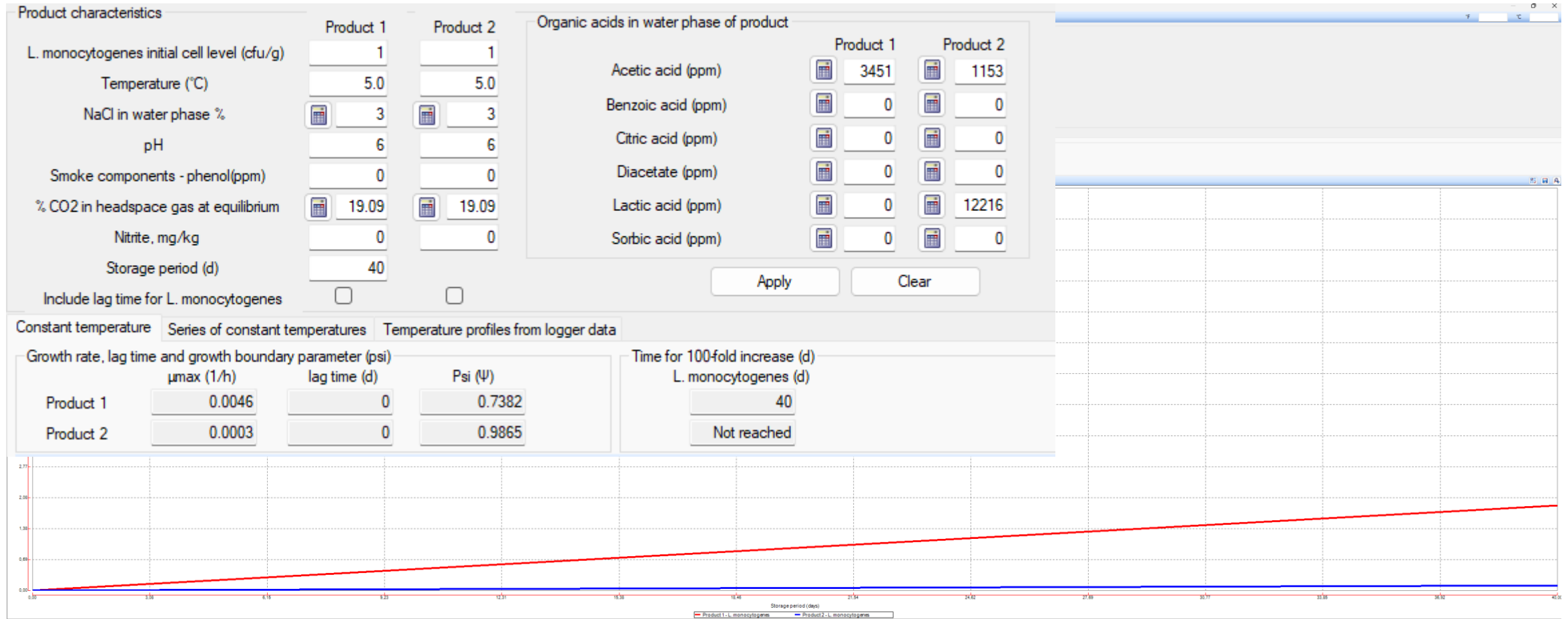
Modellerne regner ikke ens!!!!



35% tørstof

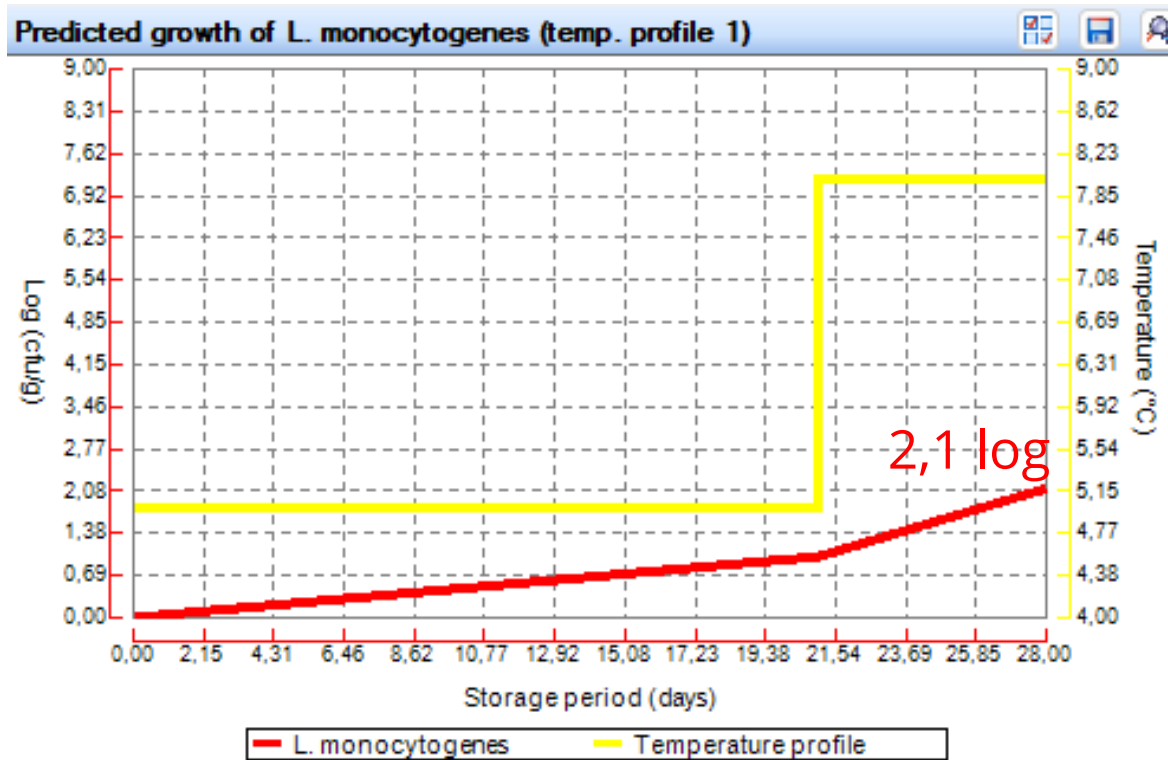
FSSP

(0,3% Na-acetat hhv. 0,1% Na-acetat+1% Na-laktat)
5°C, pH 6, 3% salt (WPS, 30% CO₂ i pakkegassen)

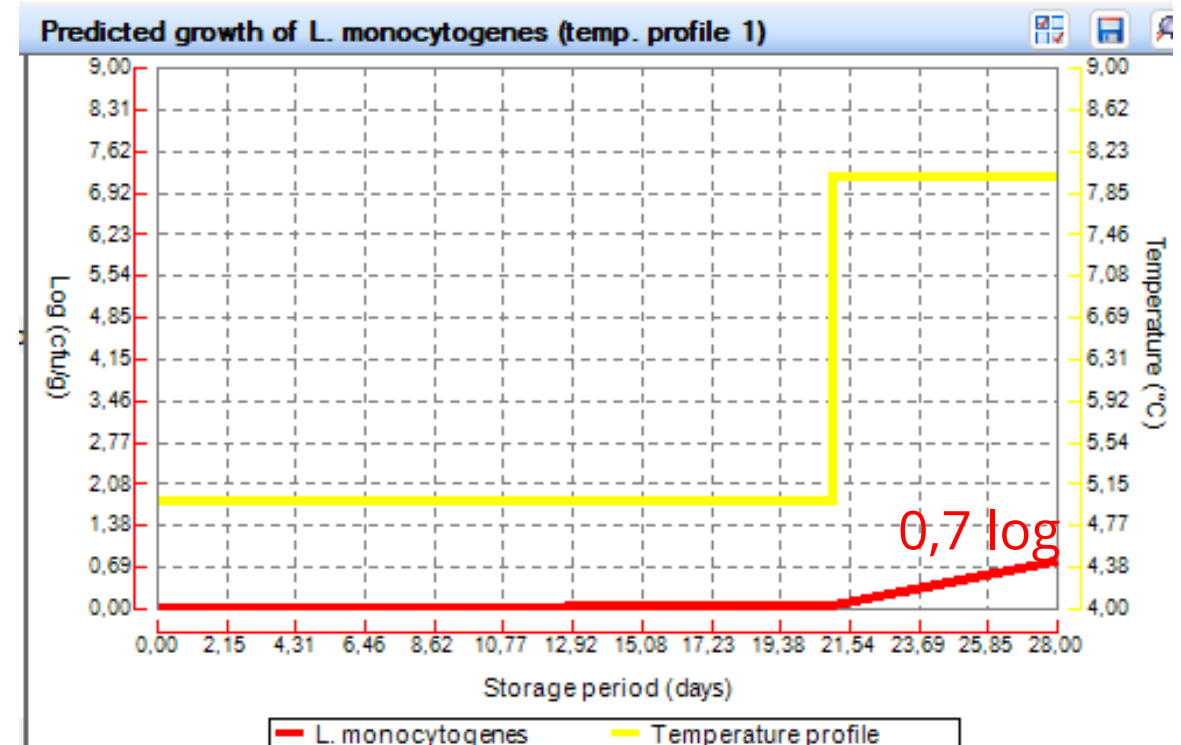


FSSP, variable temperaturer (5°C/21 dage+8°C/7 dage)

Produkt 1: (0,3% Na-acetat)



Produkt 2: (0,1% Na-acetat+1% Na-laktat)



Pathogen Modelling Programme

- <https://pmp.errc.ars.usda.gov/PMPOnline.aspx?ModelID=6&Aerobic=True&ModelID=6&Aerobic=True>

Pathogen Modeling Program (PMP) Online

PMP Home

PMP Online

About PMP

Tutorial

Frequently Asked Questions

Reference Material

Project Scientists

You are here: [PMP Home](#) / PMP Online

HIDE PATHOGEN MODEL MENU ▾

Model >> Bacterium	Bacteria >> Model
COOLING ▾	AEROMONAS HYDROPHILA ▾
GROWTH ▾	BACILLUS CEREUS ▾
HEAT INACTIVATION ▾	CLOSTRIDIUM BOTULINUM ▾
SURVIVAL ▾	CLOSTRIDIUM PERFRINGENS ▾
TRANSFER ▾	ESCHERICHIA COLI [O157:H7] ▾
	LISTERIA MONOCYTOGENES ▾
	SALMONELLA DUBLIN ▾
	SALMONELLA ENTERITIDIS ▾
	SALMONELLA HADAR ▾
	SALMONELLA KENTUCKY ▾
	SALMONELLA TYPHIMURIUM ▾
	SALMONELLA SPP. ▾
	SHIGELLA FLEXNERI ▾
	STAPHYLOCOCCUS AUREUS ▾
	YERSINIA PSEUDOTUBERCULOSIS ▾

The models are based on extensive experimental data of microbial behavior in liquid microbiological media and food.

There can be no guarantee that predicted values will match those that would occur in any specific food system. Before the models could be used in such a manner, the user would have to validate the models for each specific food of interest.

OK

- Forskellige Listeria-modeller i PMP

About PMP		
Tutorial		
Frequently Asked Questions		
Reference Material		
Project Scientists		

Model >> Bacterium	Bacteria >> Model
COOLING	AEROMONAS HYDROPHILA
GROWTH	BACILLUS CEREUS
HEAT INACTIVATION	CLOSTRIDIUM BOTULINUM
SURVIVAL	CLOSTRIDIUM PERFRINGENS
TRANSFER	ESCHERICHIA COLI [O157:H7]
	LISTERIA MONOCYTOGENES
	Growth Aerobic (Broth Culture)
	Growth Anaerobic (Broth Culture)
	Growth Aerobic (Ground Ham)
	Growth Aerobic (Shrimp and Imitation Crab Salad)
	Growth Aerobic (Smoked Salmon)
	Growth Anaerobic (Shrimp and Imitation Crab Salad)
	Growth Anaerobic (Ground Ham)
	Heat Inactivation (Ground Beef)
	Heat Inactivation (Simulated Beef Gravy)
	Survival (Cooked Ham)
	Survival (Fermented Sausage, Fermentation)
	Survival (Fermented Sausage, Drying)
	Survival (Fermented Sausage, Storage)
	Survival (Salmon, Smoking)
	Transfer (Salmon Slicing)
	Transfer (Deli Meat Slicing)
	SALMONELLA DUBLIN
	SALMONELLA ENTERITIDIS

SELECT A PATHOGEN MODEL ▶

Growth of *Listeria monocytogenes* in Ground Ham

Input Conditions

Temperature in:

°C °F

Temperature*

6

Range: 6 to 36 °C

Sodium Lactate(%)

1

Range: 1.0 to 4.2 %

Sodium Diacetate(%)

0.20

Range: 0.05 to 0.20 %

Initial Level

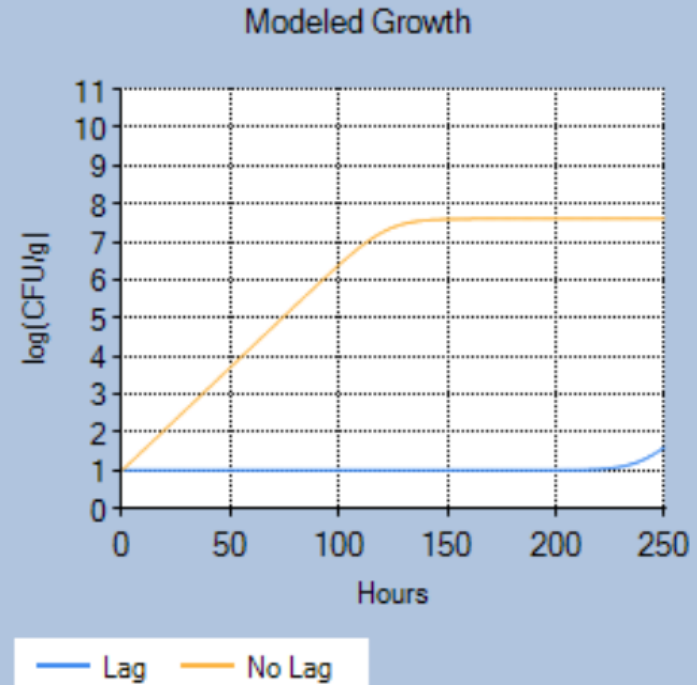
1

Range: 1.0 to 3.0 log(CFU/g)

*No growth when temperature is below 6°C (43 °F).

CALCULATE GROWTH DATA

Listeria vækst i hakket skinke
Ingen salt i modellen – kun syrer
Nølefase stor betydning




10 dage

Modeled Growth Parameters

- Lag Phase Duration: 241.02 (hours)
- Generation Time: 5.55 (hours)
- Growth Rate: 0.0542 (log(cfu/g)/h)

DMRI Predict

 **Danish Technological Institute**

Home My products Guide me **Models** Calculators Documentator

Models

A collection of models to predict the safety or shelf life of a product

Choose model *

Listeria

Listeria ⓘ
Growth of *Listeria monocytogenes* in meat products

Input fields [Clear fields](#)

Recipe variables
Initial count (CFU/g) (?)

Product type
 Whole muscle product (≤ 10% fat) Emulsified product (> 10% fat)

Type and value of lactate in recipe (%)

#	Type	Value (%)	
1	Na-lactate	<input type="text" value="1"/>	⊗

[Add row](#)

Type and value of acetate in recipe (%)

#	Type	Value (%)	
1	Na-acetate	<input type="text" value="0.2"/>	⊗

[Add row](#)

Na-nitrite in recipe (ppm) (?)

Measured values (in final product)
pH in final product

NaCl/water in final product (%) (?)

Water in final product (%)

Packaging and storage conditions
CO₂ in packaging (%)

Storage conditions (temperature)
 Static Dynamic

Temperatures
Sum of days cannot be greater than 44.

#	Temperature (°C)	Days	
1	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="21"/>	⊗
2	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="7"/>	⊗

[Add row](#)

Time to reach
log CFU/g

[Run calculations](#)

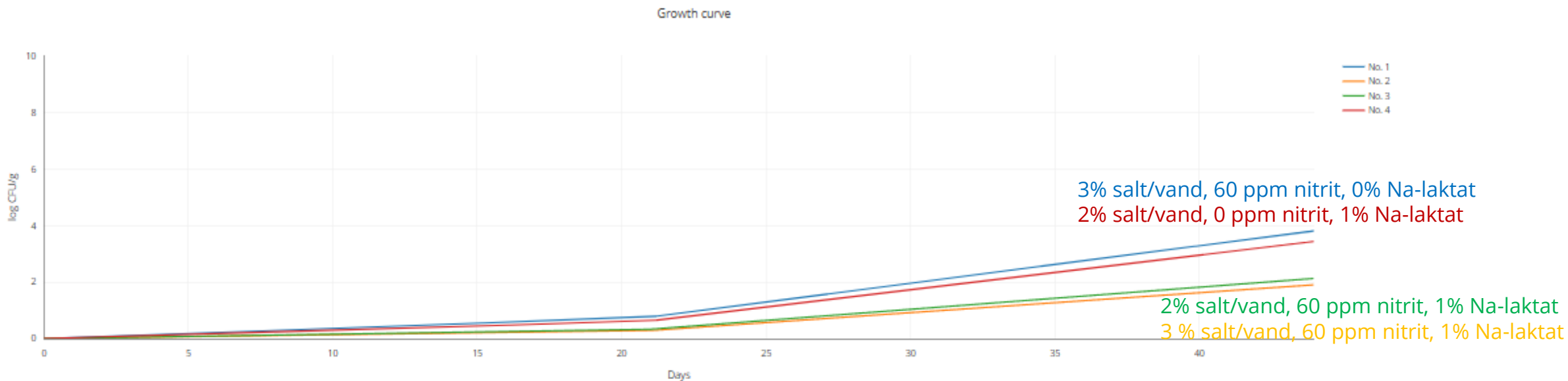
Udviklet fra:

- Challengetest i MA-pakkede kødprodukter
- Variable er de 7 parametre med størst betydning for vækst af Lm
- Indeholder naturligt laktat fra kødet

DMRIPredict

Fælles værdier:
5°C/21 dage+8°C/7dage; 30% CO₂, 70% vand,
0,2% Na-acetat, varieret: nitrit, salt, laktat

Download as PDF



Input												Output						
No.	Raw material	Recipe variables				Measured in final product			Packaging and storage			In water phase (w/w)			Growth rate		Time to grow 0.5 log CFU/g	Time to reach
	Initial count	Product type	Na-lactate	Na-acetate	Na-nitrite	pH	NaCl/water	Water	CO ₂ in overhead	Storage temp	Storage time	Lactate	Acetate	NaCl	μ _{max}	Doubling time		
4	1 CFU/g	Emulsified	1 %	0,2 %	0 ppm	6	2 %	70 %	30 %	5 °C	21 days	1,6357 %	0,2057 %	2 %	0,0012 h ⁻¹	10 days	16,7 days	2 log CFU/g = 32,2 days
										8 °C	7 days				0,0051 h ⁻¹	2,5 days		
3	1 CFU/g	Emulsified	1 %	0,2 %	60 ppm	6	2 %	70 %	30 %	5 °C	21 days	1,6357 %	0,2057 %	2 %	0,0007 h ⁻¹	19 days	23,1 days	2 log CFU/g = 42,3 days
										8 °C	7 days				0,0033 h ⁻¹	3,8 days		
2	1 CFU/g	Emulsified	1 %	0,2 %	60 ppm	6	3 %	70 %	30 %	5 °C	21 days	1,6357 %	0,2057 %	3 %	0,0006 h ⁻¹	22,2 days	24 days	2 log CFU/g = >44 days
										8 °C	7 days				0,0029 h ⁻¹	4,3 days		
1	1 CFU/g	Emulsified	0 %	0,2 %	60 ppm	6	3 %	70 %	30 %	5 °C	21 days	0,5 %	0,2057 %	3 %	0,0015 h ⁻¹	8,3 days	13,8 days	2 log CFU/g = 30,3 days
										8 °C	7 days				0,0055 h ⁻¹	2,3 days		

EU-forordning nr. 2073/2005 15. november, Bilag II

De i artikel 3, stk. 2, nævnte undersøgelser skal omfatte følgende: — **specifikation af produktets fysisk-kemiske egenskaber, f.eks. pH, aw, saltindhold, indhold af konserveringsmidler og type emballeringssystem**, idet opbevarings- og forarbejdningsvilkårene, kontamineringsmulighederne og den forventede holdbarhedsperiode tages i betragtning — oplysninger fra den foreliggende videnskabelige litteratur og forskningsdata om de pågældende mikroorganismers vækst- og overlevelsesegenskaber.

Hvis det på grundlag af ovennævnte undersøgelser viser sig nødvendigt, gennemfører fødevarevirksomhedslederen supplerende undersøgelser, som kan omfatte følgende:

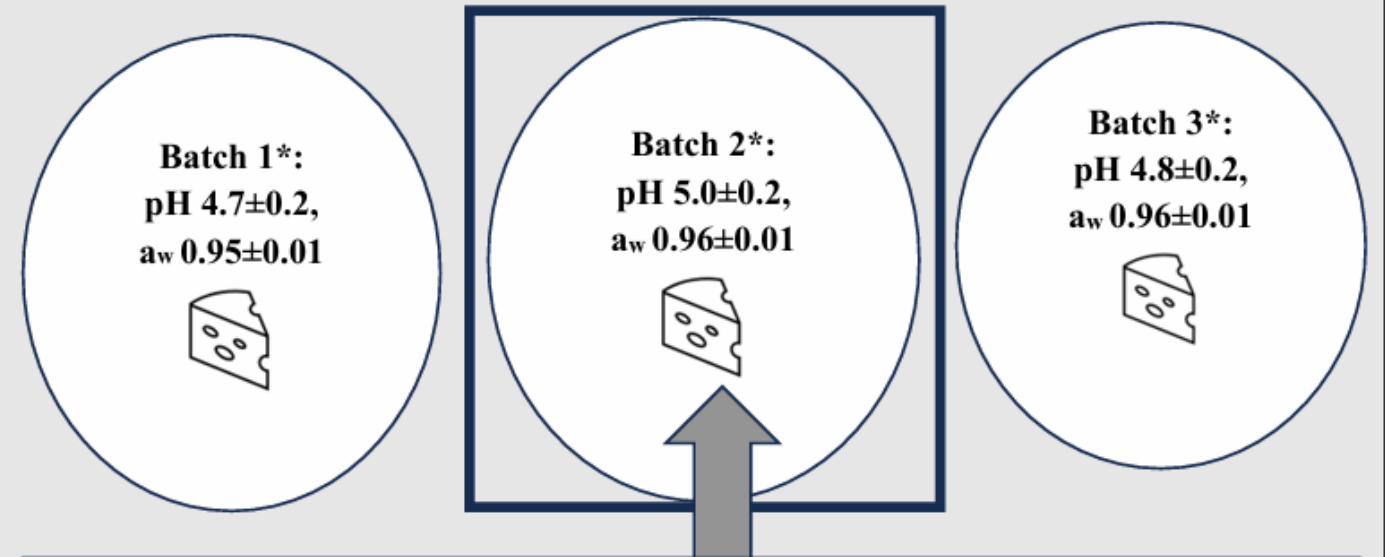
- opstilling af **matematiske prognosemodeller** for den pågældende fødevare, hvor der anvendes kritiske vækst- eller overlevelsesfaktorer for de pågældende mikroorganismer i produktet
- nærmere undersøgelser af den pågældende korrekte podede mikroorganismes evne til at vokse eller overleve i produktet under forskellige vilkår for opbevaring, som med rimelighed kan forudses
- undersøgelser med henblik på at evaluere vækst- eller overlevelsessevne hos de pågældende mikroorganismer, der måtte forekomme i produktet i holdbarhedsperioden under de vilkår for distribution, opbevaring og anvendelse, som med rimelighed kan forudses. Ved ovennævnte undersøgelser skal der tages højde for de variationer, der nødvendigvis forekommer i forbindelse med produktet, de pågældende mikro

Styr på kemien

Vælg worst case:

- Lavest salt
- Lavest organiske syrer
- Højest pH
- HUSK det er i vandfasen

Choose the food product with the worst-case physico-chemical characteristics (i.e., batch with the highest measured pH and/or a_w value).



Batch 2 in this example is the worst-case scenario. There is variability between the pH and a_w of the different batches. To account for variation of the production process and of the product, it is recommended to analyse three batches produced on different days. The FBO needs to confirm that the inter-batch variability is representative and that the worst-case scenario is taken into account.

When carrying out further shelf-life studies requiring input information on the physico-chemical characteristics (e.g., predictive microbiology) use the highest pH and a_w value obtained from these initial studies to represent the worst-case scenario. See section 6.2.2.7 *Measurement of the physico-chemical parameters* of the EURL *Lm* TGD for more information (EURL *Lm*, 2021).

*These results are an intra-batch average of 5 pH and tests measurements per batch.

Figure 3. Example of how to select, among several batches produced, the food product with the most unfavourable combination of physico-chemical characteristics (e.g. highest pH and highest a_w).

pH har stor betydning for vækst (pH 5,8-6,4)

Recipe variables

Initial count log(CFU/g) (?)

1

Product type

Whole muscle product (≤ 10% fat) Emulsified product (> 10% fat)

Type and value of lactate in recipe (%)

#	Type	Value (%)
1	Na-lactate	1

Add row

Type and value of acetate in recipe (%)

#	Type	Value (%)
1	Na-acetate	0

Add row

Na-nitrite in recipe (ppm) (?)

60

Measured values (in final product)

pH in final product

6,4

NaCl/water in final product (%) (?)

2,1

Water in final product (%)

70

Packaging and storage conditions

CO₂ in packaging (%)

30

Storage conditions (temperature)

Static Dynamic

Temperatures

Sum of days cannot be greater than 44.

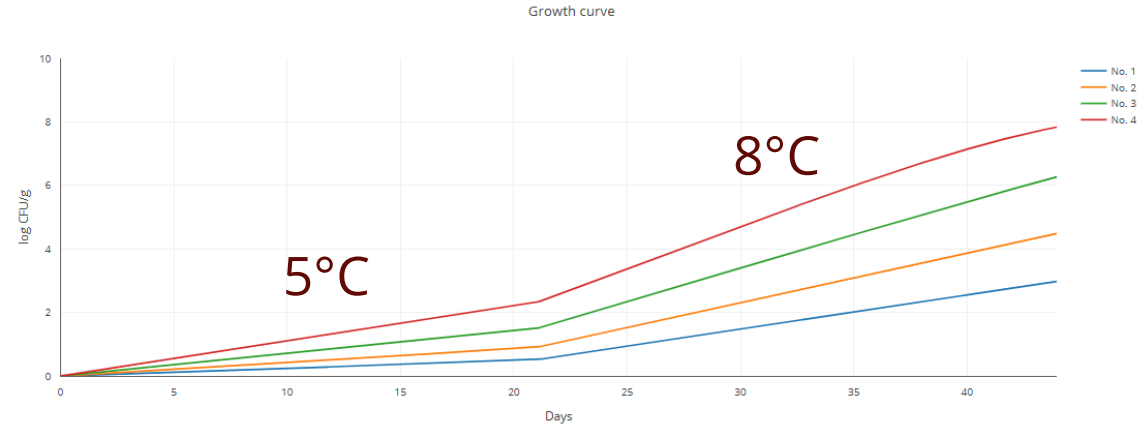
#	Temperature (°C)	Days
1	5	21
2	8	7

Add row

Time to reach

log CFU/g

2



Input											Output							
No.	Raw material	Recipe variables				Measured in final product			Packaging and storage		In water phase (w/w)			Growth rate		Time to grow	Time to reach	
	Initial count	Product type	Na-lactate	Na-acetate	Na-nitrite	pH	NaCl/water	Water	CO ₂ in overhead	Storage temp	Storage time	Lactate	Acetate	NaCl	μ _{max}	Doubling time	0.5 log CFU/g	Time to reach
4	1 CFU/g	Emulsified	1 %	0 %	60 ppm	6,4	2,1 %	70 %	30 %	5 °C	21 days	1,6357 %	0 %	2,1 %	0,0046 h ⁻¹	2,7 days	4,5 days	2 log CFU/g = 18,2 days
										8 °C	7 days				0,0112 h ⁻¹	1,1 days		
3	1 CFU/g	Emulsified	1 %	0 %	60 ppm	6,2	2,1 %	70 %	30 %	5 °C	21 days	1,6357 %	0 %	2,1 %	0,003 h ⁻¹	4,2 days	7,1 days	2 log CFU/g = 23,4 days
										8 °C	7 days				0,0089 h ⁻¹	1,4 days		
2	1 CFU/g	Emulsified	1 %	0 %	60 ppm	6	2,1 %	70 %	30 %	5 °C	21 days	1,6357 %	0 %	2,1 %	0,0018 h ⁻¹	7 days	11,7 days	2 log CFU/g = 28 days
										8 °C	7 days				0,0065 h ⁻¹	1,9 days		
1	1 CFU/g	Emulsified	1 %	0 %	60 ppm	5,8	2,1 %	70 %	30 %	5 °C	21 days	1,6357 %	0 %	2,1 %	0,001 h ⁻¹	12,4 days	20,6 days	2 log CFU/g = 34,8 days
										8 °C	7 days				0,0045 h ⁻¹	2,8 days		

pH	Dage til log 2
6,4	4,5
6,2	7,1
6,0	11,7
5,8	20,6

L-laktat og acetat i forskellige produkter

Produkt	Laktat %	Acetat %	Di-acetat %
Opti.Form SA (Corbion)	Na-laktat: 56-59% Svarer til: L-laktat: 44,5-46,9	Na-acetat: 3,5-3,7% Svarer til: Acetat: 2,5-2,7	
Purasal Hipure P plus (Corbion)	K-laktat: assay: 76,4-79,6 K: 23,3-24,3% Svarer til: L-laktat: 53,1-55,3		
Opti.Form PPA Plus (Corbion)	K-lactate: 71,3-74,3% Svarer til: L-laktat: 49,5-51,6%	K-acetate: 4,9-5,5% Svarer til: Acetat: 3,5-4,0	
Provian K 50% SOL (Kerry/Niacet)		K-acetat: 48-50% Svarer til: Acetate: 28,9-30,1	K-diacetat: 1-2% Svarer til: Acetat: 0,7-1,5

L-laktat og acetat i forskellige produkter

Organiske syrer i en fødevare når 1% af en kommerciel syre er tilsat

Find den rigtige syreform til den model der anvendes

1% tilsat recepten	L-laktat (%)	Acetat (%)	Na-laktat (%)	Na-acetat (%)
Opti.Form SA (Corbion)	0,445	0,025	0,560	0,035
Purasal Hipure P plus (Corbion)	0,531	0	0,668	0
Opti.Form PPA Plus (Corbion)	0,495	0,035	0,623	0,049
Provian K 50% SOL (Kerry/Niacet)	0	0,296	0	0,412

Opsummering Prædiktive modeller

Begrænsninger/det svære:

- Kræver brugerne er trænet i brug af modeller
 - Valg af model
 - Korrekte inputværdier (kemi, startkimtal)
 - Fødevarer model er bedre end bouillonmodel
 - Men fødevarermodellen skal ligne produktet der regnes på (saft versus fisk; mælk versus kød; fisk ligner kød)
 - Nølefase er svær. Hvornår bruges/bruges ikke?
 - Valg af startkimtal
- Nogle gange er der ingen adgang (IT udfordringer)

Muligheder:

- Udvikle sikre fødevarer
- Hurtige beregninger
- Billig "analyse"
- Simulere forskellige scenarier
 - Temperaturbelastninger
 - Variationer i kemi mellem batch
- Validerede modeller inkluderer forskellige stammer