

# Udsigt til indsigt

– en webinarserie om fødevarer sikkerhed og -kvalitet



Tirsdag d. 29. september 2026

Starter kl. 12.00

Hvordan dokumenteres  
det, at en fødevare er  
sikret mod vækst af  
*Listeria monocytogenes*?

Dagens ekspert:

Anette Granly Koch

aglk@teknologisk.dk

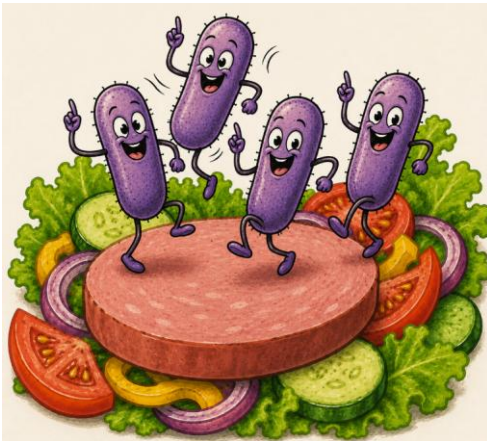
Tlf. 7220 2539

# Agenda

- De nye Listeria regler
- Challengetest eller prædiktiv mikrobiologi
- Vigtige forhold ved brug af prædiktive modeller

Vejledning om kategorisering og holdbarhedsvurdering af  
spiseklare fødevarer for *Listeria monocytogenes*

Udkast af 18. september 2026



**Foretrækker bakterier kød eller grønt?**



# Listeria monocytogenes

Danmark har en kedelig rekord, når det gælder listeriose!

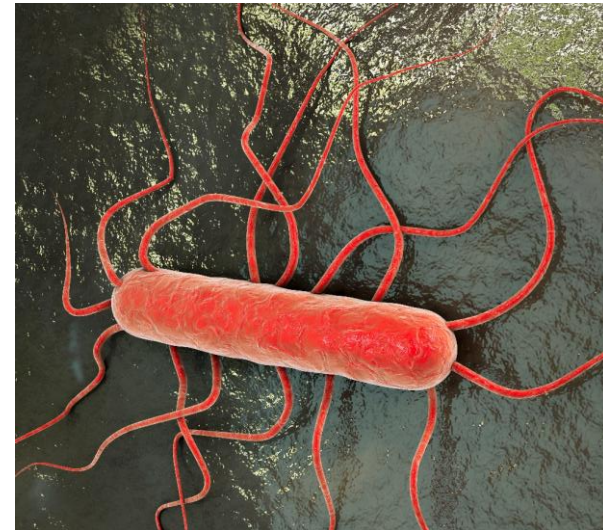
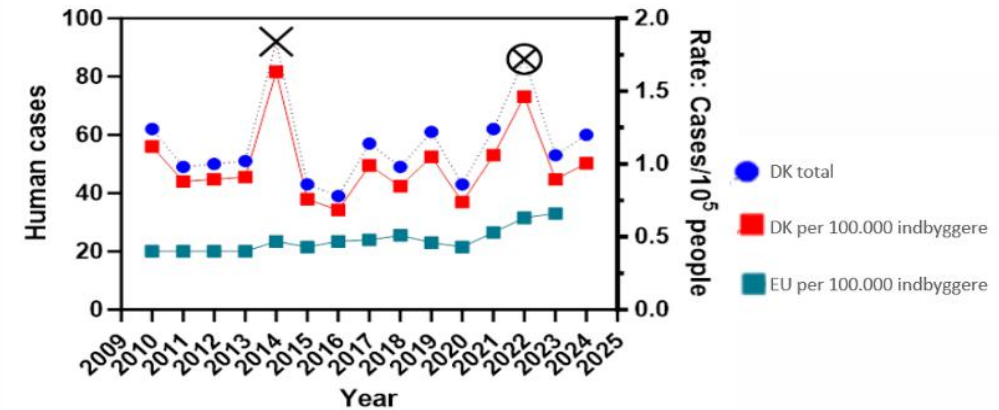
Nye EU-regler fra 1. juli 2026

Dansk vejledning (udkast 18 september 2026)

*L. monocytogenes* må ikke påvises i hele holdbarhedsperioden

Men hvis beregninger (modeller) eller challengetest kan vise ingen eller styret vækst, kan op til 100 *listeria*/g accepteres

Ansvar er virksomhedernes



# De nye LM regler

## Uændret:

- Medicinske formål \* gruppe 1.1 (<1/25g i holdbarhedsperioden)
- Et ikke ready-to-eat produkt \* er ikke omfattet af LM reglerne
- RTE-produkt (note 4)  
*(sous-vide, kiks, hel grønt, frost)* \* gruppe 1.3 – vækst ikke muligt (100 cfu/g i holdbarhedsperioden)
- RTE-produkt (note 8) \* gruppe 1.3 – vækst ikke muligt (100 cfu/g i holdbarhedsperioden)  
*(pH≤4,4;  $a_w$  ≤0,92; pH≤5,0 og  $a_w$  ≤0,94; <5 dages holdbarhed eller videnskabelig dokumentation for < 0,5 log vækst)*

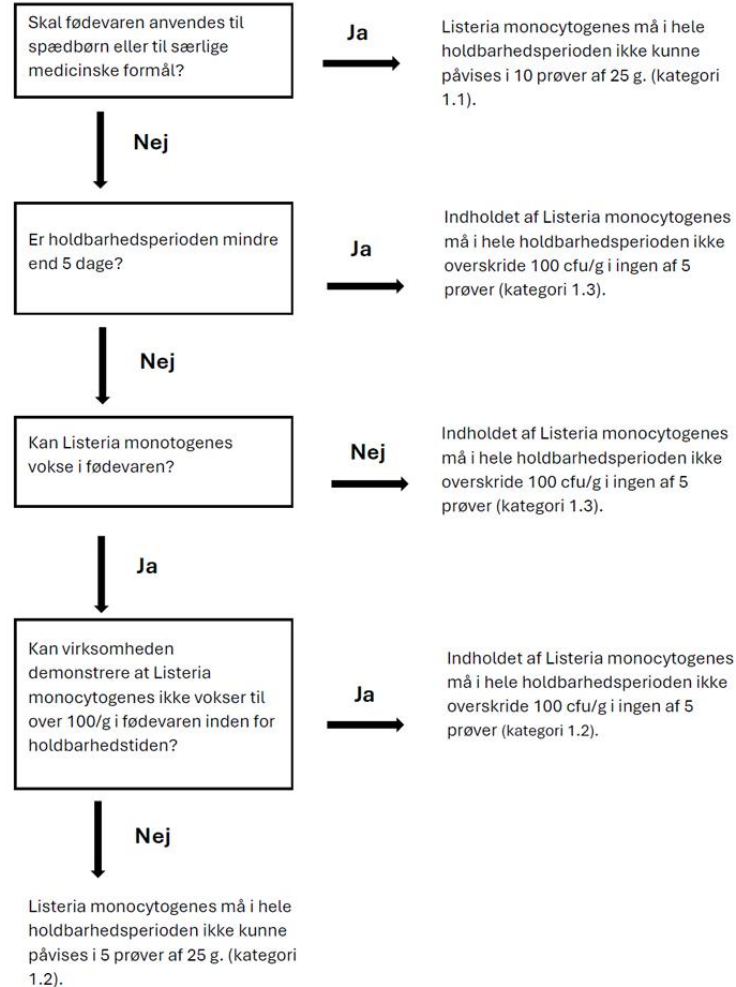
## Det nye:

- RTE-produkt – styret vækst \* gruppe 1.2a – styret vækst – (100 cfu/g i holdbarhedsperioden)  
*(kender produktets konservering og muligt startantal og kan vise at max 100 cfu/g kan nås)*
- RTE-produkt – IKKE styret vækst \* gruppe 1.2b – kender ikke produktet (<1/25g i holdbarhedsperioden)  
*(dokumentation mangler, produktet er ikke konserveret)*

# Listeria -vejledning – udkast pr 18/9

## Beslutningsdiagram for dokumentation af vækst

Hvilket kriterium for Listeria monocytogenes skal anvendes for spiseklare fødevarer?



## Hvilke muligheder har virksomheden for at dokumentere indplacering i fødevarekategorier?

| Fødevarekategorier og baggrundsdokumentation for vækstmuligheder for listeria                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                |                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Når virksomheden vil dokumentere styret eller stabiliseret vækst af listeria                                                                                                                                                                          | Når virksomhedens dokumentation er utilstrækkelig/mangelfuld, eller når produktets egenskaber tillader vækst af listeria over 100 cfu/g                        |                                                                                             |
| <i>1.3 – stabiliseret mod vækst</i>                                                                                                                                                                                                                   | <i>1.2; styret vækst</i>                                                                                                                                       | <i>1.2; ikke-styret vækst</i>                                                               |
| <b>Kan dokumenteres ved:</b><br><br>Fysisk/kemiske egenskaber (aw og pH)*<br><br>Vækstmodeller<br><br>Belastningsundersøgelse (podede prøver)<br><br>Holdbarhedsprøvning (naturligt forekommende bakterier)<br><br>- Videnskabelig litteratur/studier | <b>Kan dokumenteres ved:</b><br><br>Vækstmodeller<br><br>Belastningsundersøgelse (podede prøver)<br><br>Holdbarhedsprøvning (naturligt forekommende bakterier) | <b>Fødevaresikkerheden styres af:</b><br><br>Virksomhedens egenkontrol<br><br>Råvarekontrol |

# Dokumentation for max 100 cfu/g afhænger af startantal og vækst

## Hvad er start antal LM?

- Historiske data
  - Hygiejne prøver - miljø
  - Data fra færdigvarer
- Litteratur
- Andre kilder?

## Hvor meget vokser LM?

- Konservering – tid – temperatur
  - pH
  - Salt
  - Vandaktivitet
  - Organiske syrer
  - Vand (tørstof)
  - Pakkegas (MAP, VAK, aerob)
  - Andre konserveringsmidler

## Forslag til startantal:

- Som minimum 1 cfu/g et sted i produktet ved en forurening (0 log cfu/g) – tillader lige under 2 log vækst (pas på!!!)
- Worst case 10 cfu/g et sted i produktet ved en forurening (1 log cfu/g) – tillader lige under 1 log vækst
- Det "nemmeste" er at sikre < 0,5 log vækst i holdbarhedsperioden

# Måder at dokumentere

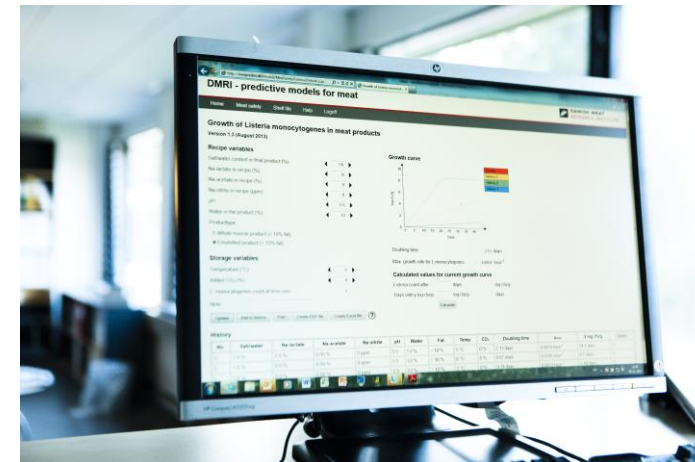
## Challengetest

- Produktet fremstilles på virksomheden
- Podes i et laboratorium
- Pakkes som i virksomheden (emballage, gas)
- Opbevares ved hhv. korrekt og let temperaturlastning
- Vækst af LM følges ved pladespredninger
- HUSK gentagelser/flere batch
- Guidelines findes



## Prædiktiv mikrobiologi

- Produktets kemi måles
- Data testes i matematiske modeller
- Nødvendig konservering for mindre vækst/ingen vækst beregnes
- Korrekt og temperaturlastning kan medtages



# Vigtige forhold ved brug af modeller

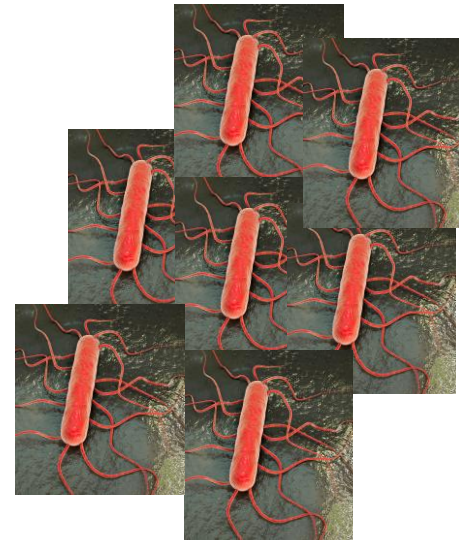
Vælg den rigtige model

Indtast korrekt konservering

Valg af startantal 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](http://www.dmripredict.dk) (gratis)
  - Pathogen Modeling Program (PMP) - <https://portal.errc.ars.usda.gov/PMP.aspx> (gratis)
  - Combase - <https://combase.errc.ars.usda.gov/> (gratis)
- 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

# 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



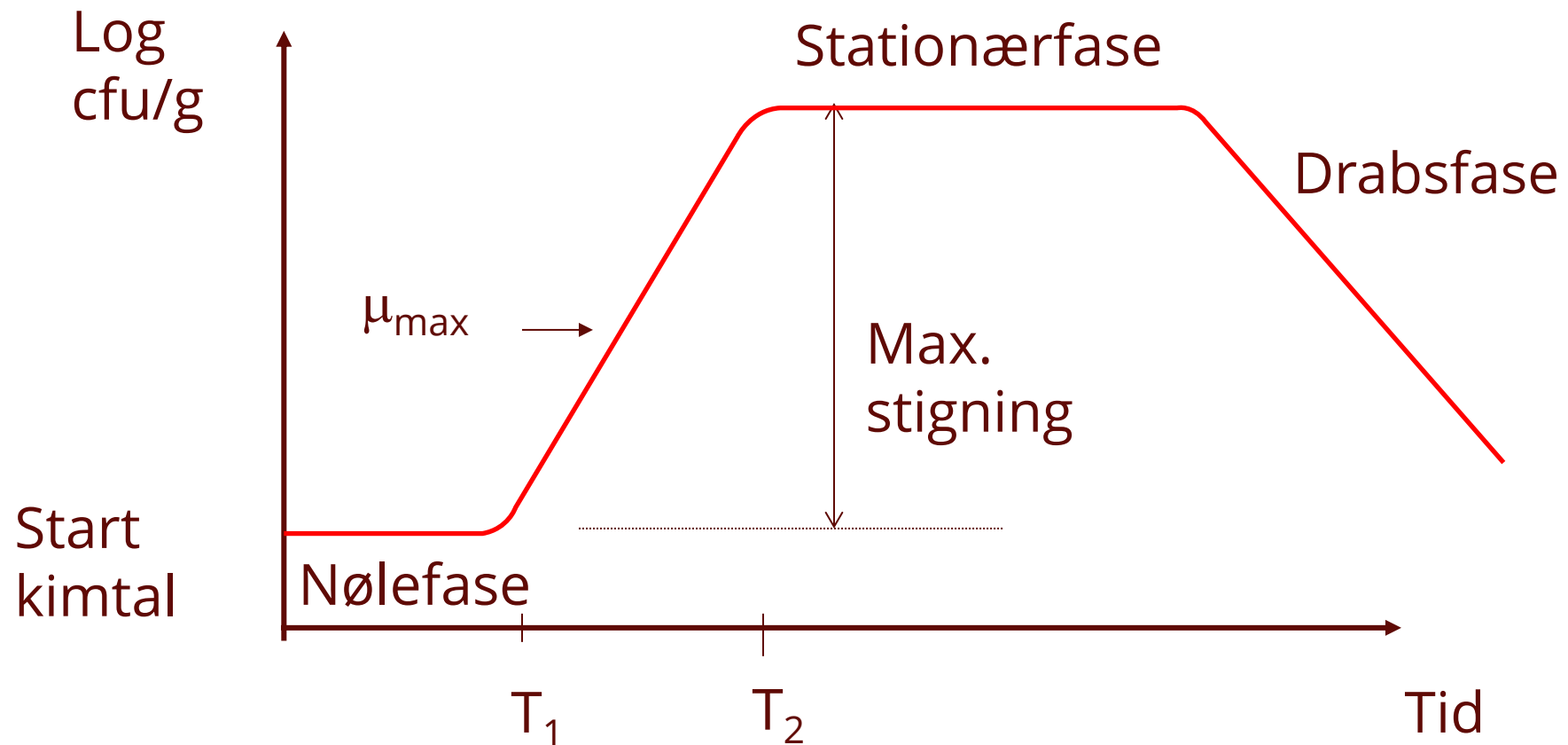
## Generelle modeller

- 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

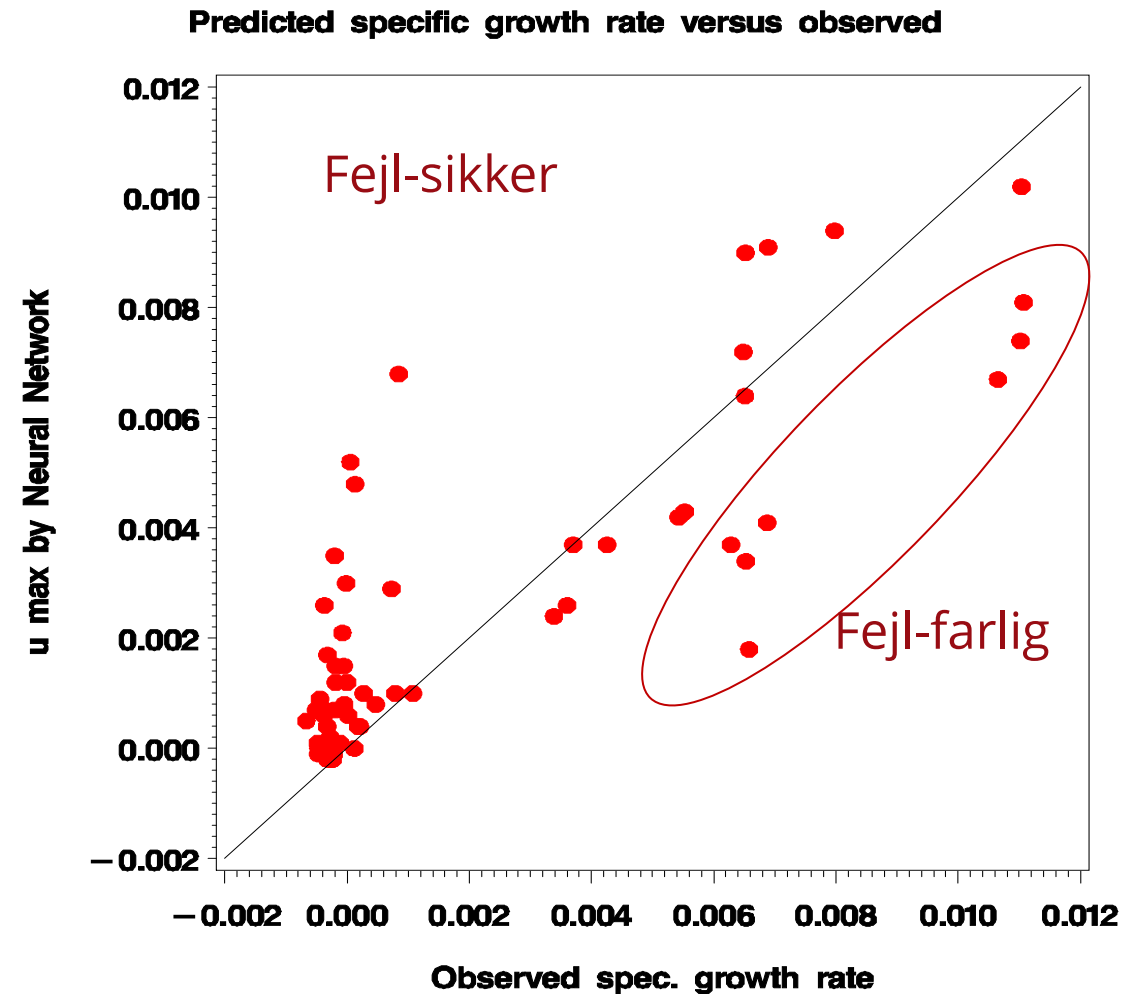
# Modeludvikling - trin 1



# Validering

Positiv bias =  
Sandsynlighed for vækst  
overestimeres (fail safe)

Negativ bias =  
Sandsynlighed for vækst  
underestimeres (fail dangerous)



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

Temperatur

pH

Salt

Nitrit

Laktat

Acetat

Benzoat

Sorbate

Citronsyre

Pakkegas (CO<sub>2</sub>)

Clean label-løsninger (æteriske olier, bær, krydderurter, fermentater mmm)

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 <sub>w</sub>            | -                                        | -                            | 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 <sub>2</sub> (pakning) | 0-100%                                   | 0-100%                       | 0-100% (ene)      | Anaerob/aerob |
| Andet                     | Bouillon, fisk, kød; syrer <sup>a)</sup> | kødprodukt                   | bouillon          | div. modeller |

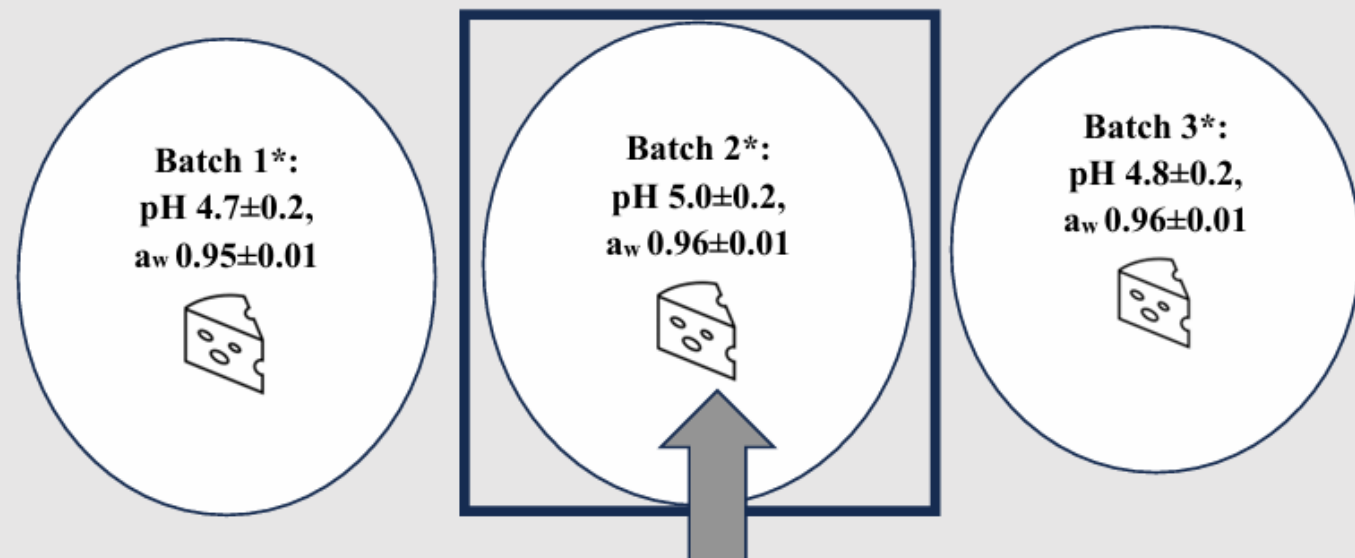
a) Citric acid: 0-6500 ppm; diacetat: 0-3800 ppm

# Styr på kemien

## Vælg worst case:

- Lavest salt
  - Lavest organiske syrer
  - Højest pH
  - HUSK det er i vandfasen
- 
- DK-vejledning:
  - 3 (5)? produktionsdage
  - gentages mindst 1 gang årligt

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 ( $\leq 10\%$  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**  
CO<sub>2</sub> in packaging (%)

30

**Storage conditions (temperature)**  
☐ Static ☒ Dynamic

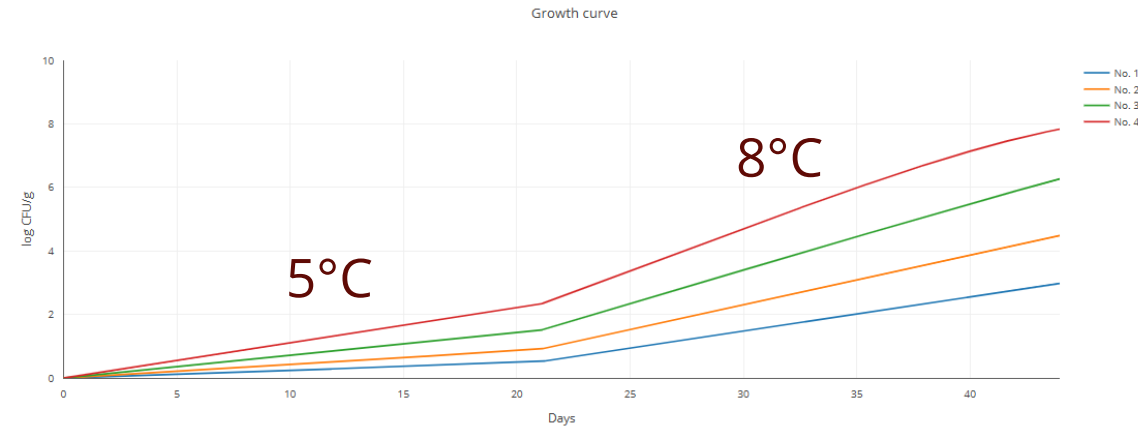
**Temperatures**  
Sum of days cannot be greater than 44.

| # | 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 0.5 log CFU/g | Time to reach           |  |
|     | Initial count | Product type     | Na-lactate | Na-acetate | Na-nitrite | pH                        | NaCl/water | Water | CO <sub>2</sub> in overhead | Storage temp | Storage time | Lactate              | Acetate | NaCl  | μ <sub>max</sub>       | Doubling time |                            |                         |  |
| 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 <sup>-1</sup> | 2,7 days      | 4,5 days                   | 2 log CFU/g = 18,2 days |  |
|     |               |                  |            |            |            |                           |            |       |                             | 8 °C         | 7 days       |                      |         |       | 0,0112 h <sup>-1</sup> | 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 <sup>-1</sup>  | 4,2 days      | 7,1 days                   | 2 log CFU/g = 23,4 days |  |
|     |               |                  |            |            |            |                           |            |       |                             | 8 °C         | 7 days       |                      |         |       | 0,0089 h <sup>-1</sup> | 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 <sup>-1</sup> | 7 days        | 11,7 days                  | 2 log CFU/g = 28 days   |  |
|     |               |                  |            |            |            |                           |            |       |                             | 8 °C         | 7 days       |                      |         |       | 0,0065 h <sup>-1</sup> | 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 <sup>-1</sup>  | 12,4 days     | 20,6 days                  | 2 log CFU/g = 34,8 days |  |
|     |               |                  |            |            |            |                           |            |       |                             | 8 °C         | 7 days       |                      |         |       | 0,0045 h <sup>-1</sup> | 2,8 days      |                            |                         |  |

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

pH kan variere:

- Batch
- Heterogene produkter
- Analyser flere prøver

# pH i forskellige fødevarer

## pH Values of Common Foods and Ingredients

Note: Variation exists between varieties, condition of growing and processing methods.

| Item                          | Approx. pH  | Item                      | Approx. pH |
|-------------------------------|-------------|---------------------------|------------|
| Apple, baked with sugar       | 3.20 - 3.55 | Brussels sprout           | 6.00-6.30  |
| Apple, eating                 | 3.30-4.00   | Cabbage                   | 5.20-6.80  |
| Apple – Delicious             | 3.9         | Cabbage, green            | 5.50-6.75  |
| Apple – Golden Delicious      | 3.6         | Cactus                    | 4.70       |
| Apple – Jonathan              | 3.33        | Cantaloupe                | 6.13-6.58  |
| Apple – McIntosh              | 3.34        | Carrots                   | 5.88-6.40  |
| Apple Juice                   | 3.35-4.00   | Cauliflower               | 5.6        |
| Apple Sauce                   | 3.10-3.60   | Celery                    | 5.70-6.00  |
| Apple – Winesap               | 3.47        | Cherries, California      | 4.01-4.54  |
| Apricots                      | 3.30-4.80   | Cherries, red, water pack | 3.25-3.82  |
| Apricot nectar                | 3.78        | Cherries, Royal Ann       | 3.80-3.83  |
| Apricots, pureed              | 3.42-3.83   | Corn                      | 5.90-7.50  |
| Artichokes                    | 5.50-6.00   | Cucumbers                 | 5.12-5.78  |
| Artichokes, canned, acidified | 4.30-4.60   | Cucumbers, dill pickles   | 3.20-3.70  |
| Artichokes, Jerusalem, cooked | 5.93-6.00   | Cucumbers, pickled        | 4.20-4.60  |
| Asparagus                     | 6.00-6.70   | Eggplant                  | 4.5-5.3    |
| Avocados                      | 6.27-6.58   | Figs, Calamyrna           | 5.05-5.98  |
| Baby corn                     | 5.20        | Four bean salad           | 5.60       |
| Bamboo Shoots                 | 5.10-6.20   | Fruit cocktail            | 3.60-4.00  |
| Bananas                       | 4.50-5.20   | Grapes, Concord           | 2.80-3.00  |
| Beans                         | 5.60-6.50   | Grapes, Niagara           | 2.80-3.27  |
| Beans, black                  | 5.78-6.02   | Grapes, seedless          | 2.90-3.82  |
| Beans, kidney                 | 5.40-6.00   | Grapefruit                | 3.00-3.75  |
| Beans, lima                   | 6.50        | Horseradish, ground       | 5.35       |
| Beans, soy                    | 6.00-6.60   | Jam, fruit                | 3.50-4.50  |
| Beans, string                 | 5.60        | Jellies, fruit            | 3.00-3.50  |
| Beans, wax                    | 5.30-5.70   | Ketchup                   | 3.89-3.92  |
| Beans, pork & tomato sauce    | 5.10-5.80   | Leeks                     | 5.50-6.17  |
| Beets                         | 5.30-6.60   | Lemon juice               | 2.00-2.60  |
| Beets, canned, acidified      | 4.30-4.60   | Lime juice                | 2.00-2.35  |
| Blackberries, Washington      | 3.85-4.50   | Lime                      | 2.00-2.80  |
| Blueberries, Maine            | 3.12-3.33   | Loganberries              | 2.70-3.50  |
| Blueberries, frozen           | 3.11-3.22   | Mangoes, ripe             | 5.80-6.00  |
| Broccoli                      | 6.30-6.85   | Mangoes, green            | 3.40-4.80  |

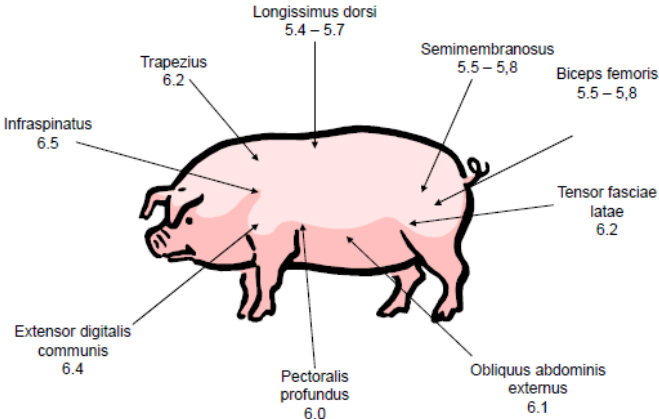
| Item                     | Approx. pH | Item                   | Approx. pH |
|--------------------------|------------|------------------------|------------|
| Maple syrup              | 5.15       | Pomegranate            | 2.93-3.20  |
| Melon, Honey dew         | 6.00-6.67  | Potatoes               | 5.40-5.90  |
| Mint jelly               | 3.01       | Prunes                 | 3.63-3.92  |
| Mushrooms                | 6.00-6.70  | Pumpkin                | 4.990-5.50 |
| Nectarines               | 3.92-4.18  | Radishes, red          | 5.85-6.05  |
| Okra, cooked             | 5.50-6.60  | Radishes, white        | 5.52-5.69  |
| Olives, black            | 6.00-7.00  | Raspberries            | 3.22-3.95  |
| Olives, green fermented  | 3.60-4.60  | Rhubarb                | 3.10-3.40  |
| Olives, ripe             | 6.00-7.50  | Sauerkraut             | 3.30-3.60  |
| Onions, pickled          | 3.70-4.60  | Spinach                | 5.50-6.80  |
| Onions, red              | 5.30-5.880 | Squash, acorn, cooked  | 5.18-6.49  |
| Onions, white            | 5.37-5.85  | Squash, white, cooked  | 5.52-5.80  |
| Onions, yellow           | 5.32-5.60  | Squash, yellow, cooked | 5.79-6.00  |
| Oranges, Florida         | 3.69-4.34  | Strawberries           | 3.00-3.90  |
| Orange juice, California | 3.30-4.19  | Sweet potatoes         | 5.30-5.60  |
| Orange juice, Florida    | 3.30-4.15  | Three-bean salad       | 5.40       |
| Palm, heart of           | 6.70       | Tofu (soybean curd)    | 7.20       |
| Papaya                   | 5.20-6.00  | Tomatillo              | 3.83       |
| Parsnip                  | 5.30-5.70  | Tomatoes               | 4.30-4.90  |
| Peaches                  | 3.30-4.05  | Tomatoes, juice        | 4.10-4.60  |
| Pears, Bartlett          | 3.50-4.60  | Tomatoes, paste        | 3.50-4.70  |
| Peas, canned             | 5.70-6.00  | Tomatoes, puree        | 4.30-4.47  |
| Peas, Garbanzo           | 6.48-6.80  | Tomatoes, vine ripened | 4.42-4.65  |
| Peppers                  | 4.65-5.45  | Vinegar                | 2.40-3.40  |
| Peppers, green           | 5.20-5.93  | Vinegar, cider         | 3.10       |
| Persimmons               | 4.42-4.70  | Watermelon             | 5.18-5.60  |
| Pickles, fresh pack      | 5.10-5.40  | Zucchini, cooked       | 5.69-6.10  |
| Pimiento                 | 4.40-4.90  |                        |            |
| Pineapple                | 3.20-4.00  |                        |            |
| Plums, Blue              | 2.80-3.40  |                        |            |
| Plums, Red               | 3.60-4.30  |                        |            |

### Common Ingredients

|        |         |             |         |            |         |         |         |
|--------|---------|-------------|---------|------------|---------|---------|---------|
| Butter | 6.1-6.4 | Corn starch | 4.0-7.0 | Corn syrup | 5.0     | Flour   | 6.0-6.3 |
| Honey  | 3.9     | Molasses    | 5.0-5.5 | Sugar      | 5.0-6.0 | Vinegar | 2.0-3.4 |

### References:

Anon. 1962. pH values of food products. Food Eng. 34(3): 98-99.  
Bridges, M. A., and Mattice, M.R. 1939. Over two thousand estimations of the pH of representative foods, American J. Digestive Diseases, 9:440-449.  
Warren L. Landry , et al. 1995. Examination of canned foods. FDA BAM, AOAC International.  
Grahn M.A. 1984. Acidified and low acid foods from Southeast Asia. FDA-LIB



## Standardværdier for salt og pH

Fødevarestyrelsen har indlagt følgende standardværdier for fødevarekategoriene i beregningerne. Hvis man svarer 'Nej' til at have tilføjet salt eller ændret pH-værdien tager beregningerne udgangspunkt i disse standardværdier.

| Fødevarekategorier   | pH-værdi | Salt i vand % |
|----------------------|----------|---------------|
| Oksekød, lam & vildt | 5,8      | 1             |
| Fjerkræ              | 6,5      | 1             |
| Svinekød             | 6,1      | 1             |
| Fisk                 | 6,5      | 1             |
| Kødpålæg             | 6,0      | 3             |
| Fiskepålæg           | 6,3      | 2             |
| Grød & gryderetter   | 6,0      | 1             |
| Ris og pasta         | 6,8      | 0             |
| Grønt & kartofler    | 6,0      | 0             |
| Fond, supper & sauce | 6,5      | 1             |
| Frugt og bær         | 4,4      | 0             |
| Brød & pizza         | 5,5      | 2,5           |
| Retter med æg        | 7,0      | 0,5           |

<https://sitti.foedevarestyrelsen.dk/pages/ph.aspx>

# L-laktat og acetat i forskellige produkter

| Produkt                                    | Laktat %                                                                             | Acetat %                                              | Di-acetat %                                        |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Opti.Form SA</b><br>(Corbion)           | Na-laktat: 56-59%<br>Svarer til:<br>L-laktat: 44,5-46,9                              | Na-acetat: 3,5-3,7%<br>Svarer til:<br>Acetat: 2,5-2,7 |                                                    |
| <b>Purasal Hipure P plus</b><br>(Corbion)  | K-laktat:<br>assay: 76,4-79,6<br>K: 23,3-24,3%<br>Svarer til:<br>L-laktat: 53,1-55,3 |                                                       |                                                    |
| <b>Opti.Form PPA Plus</b><br>(Corbion)     | K-lactate: 71,3-74,3%<br>Svarer til:<br>L-laktat: 49,5-51,6%                         | K-acetate: 4,9-5,5%<br>Svarer til:<br>Acetat: 3,5-4,0 |                                                    |
| <b>Provian K 50% SOL</b><br>(Kerry/Niacet) |                                                                                      | K-acetat: 48-50%<br>Svarer til:<br>Acetate: 28,9-30,1 | K-diacetat: 1-2%<br>Svarer til:<br>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 (%) |
|---------------------------------------------|--------------|------------|---------------|---------------|
| <b>Opti.Form SA<br/>(Corbion)</b>           | 0,445        | 0,025      | 0,560         | 0,035         |
| <b>Purasal Hipure P plus<br/>(Corbion)</b>  | 0,531        | 0          | 0,668         | 0             |
| <b>Opti.Form PPA Plus<br/>(Corbion)</b>     | 0,495        | 0,035      | 0,623         | 0,049         |
| <b>Provian K 50% SOL<br/>(Kerry/Niacet)</b> | 0            | 0,296      | 0             | 0,412         |

# Vandindholdet er vigtigt

- Bakterierne findes i produktets vandfase
- Mængden af konservering i vandfasen er derfor vigtig
- Nogle modeller anvender:
  - $\text{Konservering\%} \times 100 / (\text{konservering\%} + \text{vand\%})$
  - $\text{Konservering\%} \times 100 / \text{vand\%}$
- Eksempel:
  - 3% salt og 70% vand
    - $3 / (70 + 3) \times 100 = 4,11\%$
    - $3 / 70 \times 100 = 4,29\%$
  - 3% salt og 40% vand
    - $3 / (40 + 3) \times 100 = 6,98\%$
    - $3 / 40 \times 100 = 7,5\%$



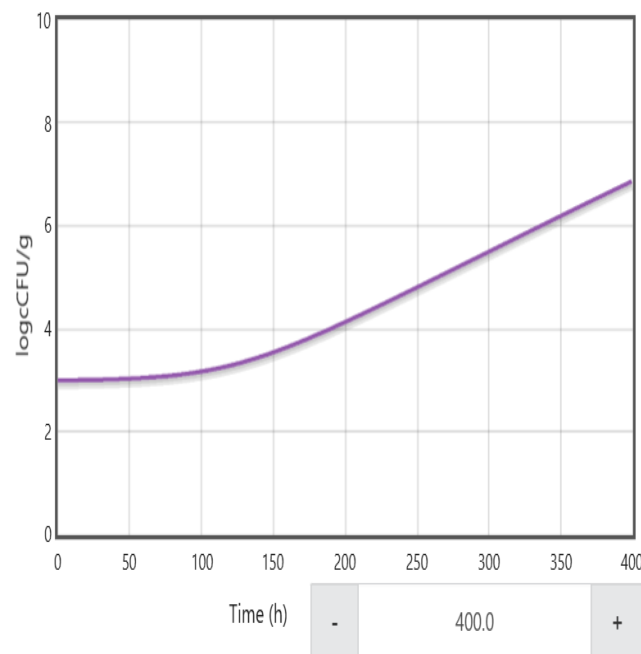
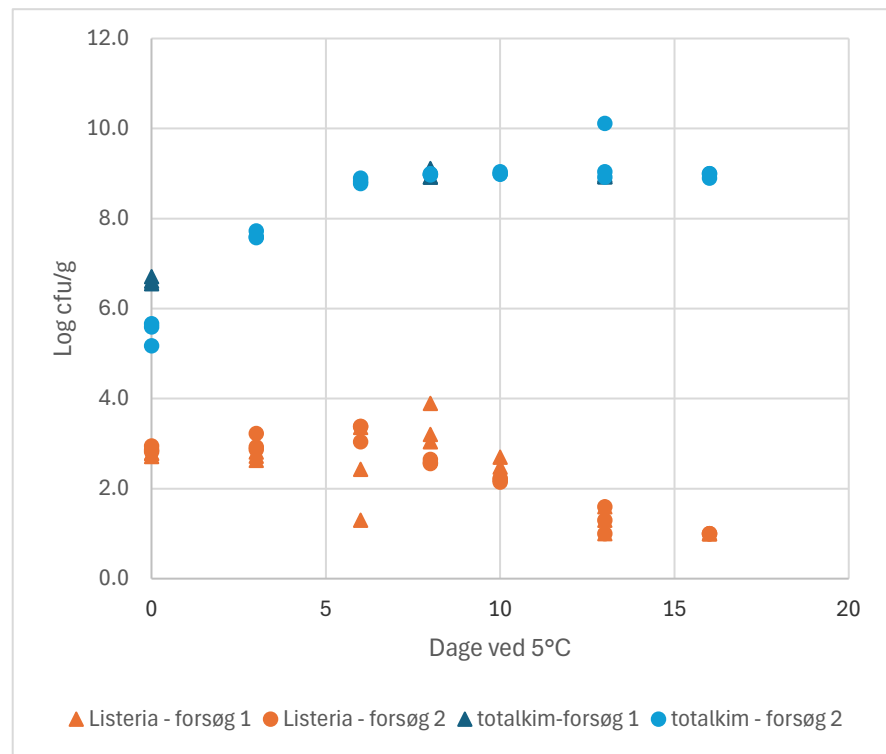


# Målt vækst og prædikeret vækst eksempel coleslaw

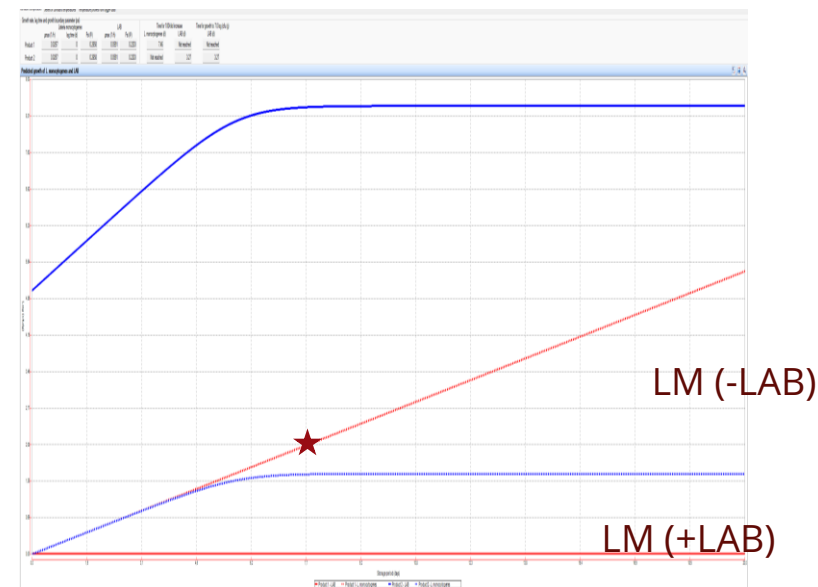
Prædikeret vækst

5°C; 30% CO<sub>2</sub>; pH 6,3; 90% vand; Ingen salt og syrer

Challengetest: ingen vækst af LM



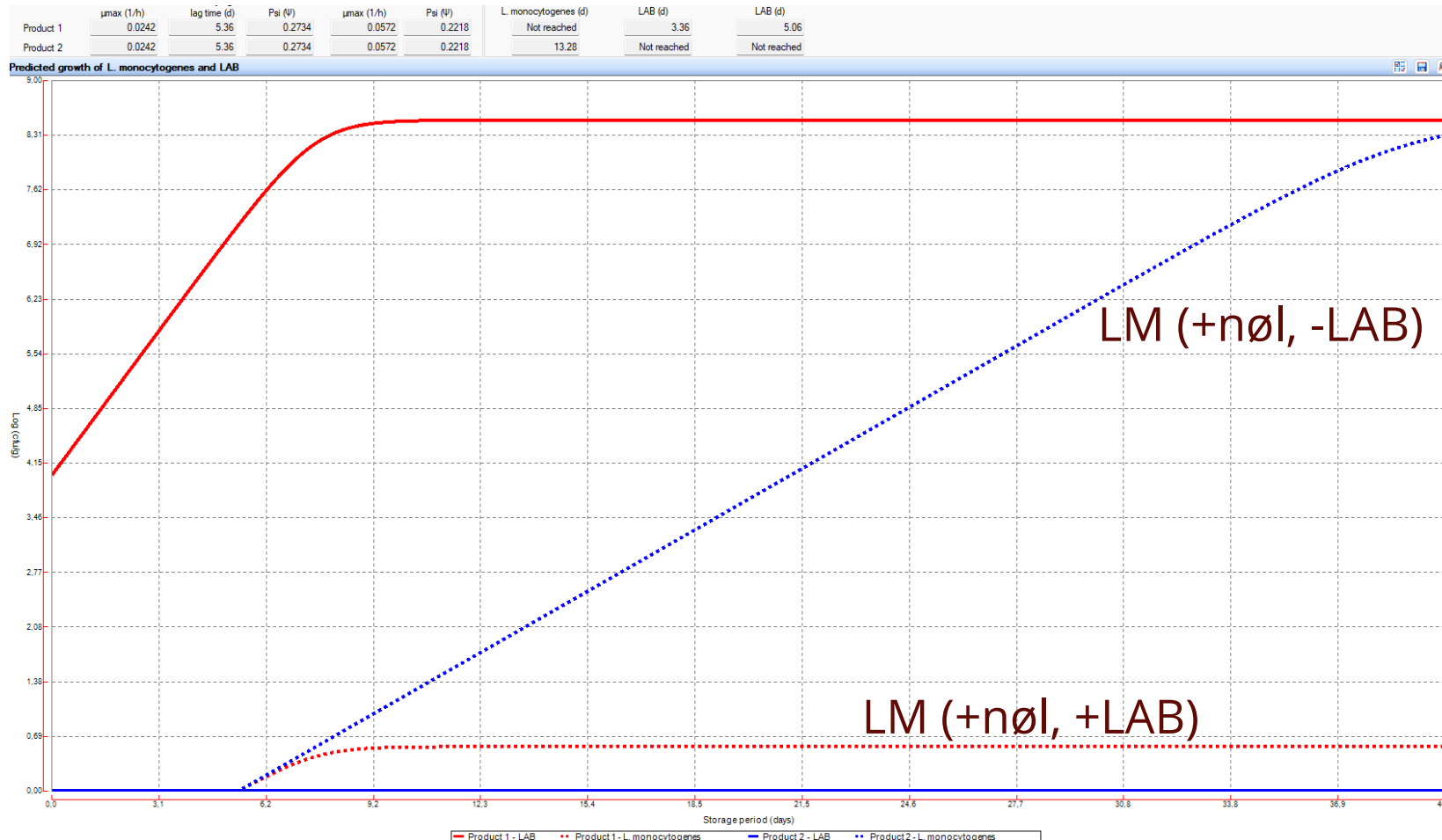
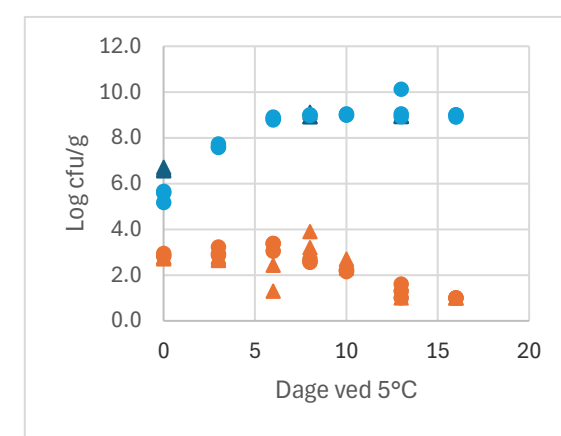
Combase med nølefasen:  
1 log vækst: ca 8 dage  
2 log vækst: ca 11 dage



FSSP uden LAB, uden nølefasen:  
2 log vækst: ca 1 uge  
FSSP med LAB, uden nølefasen:  
2 log nå ikke  
1 log vækst efter ca 5 dage

Modeller: Combase: bouillon forsøg; FSSP: fisk og kødprodukter

# FSSP – simulering af coleslaw forhold



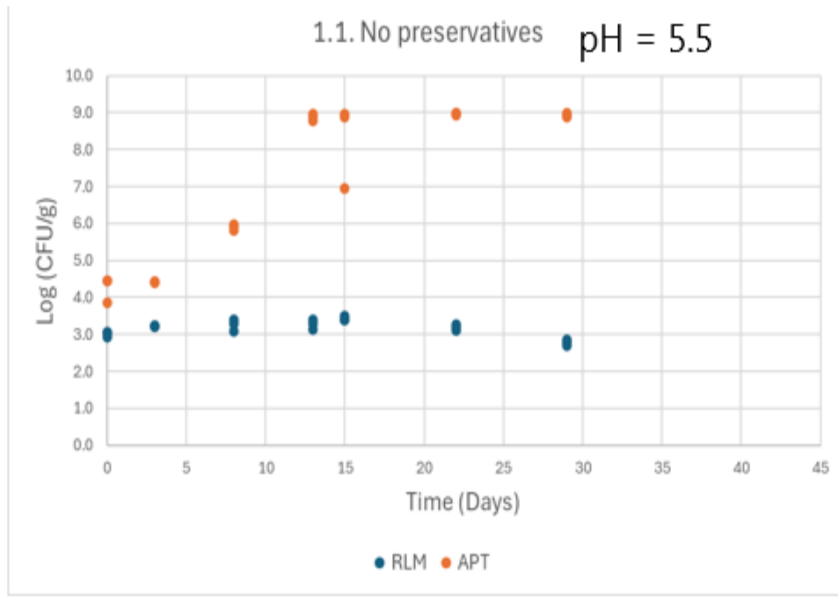
## Med nølefase og

- Uden LAB:
  - 0,5 log: ca 7 dage
  - 2 log: 13 dage
- Med LAB:
  - 0,5 log: ca 9 dage
  - 1 log: nås ikke på 40 dage

# Målt vækst og prædikeret vækst eksempel plantefars

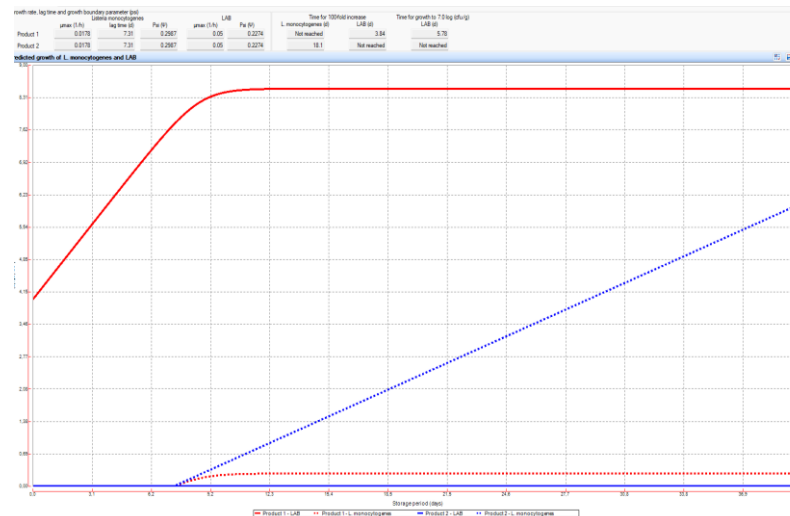
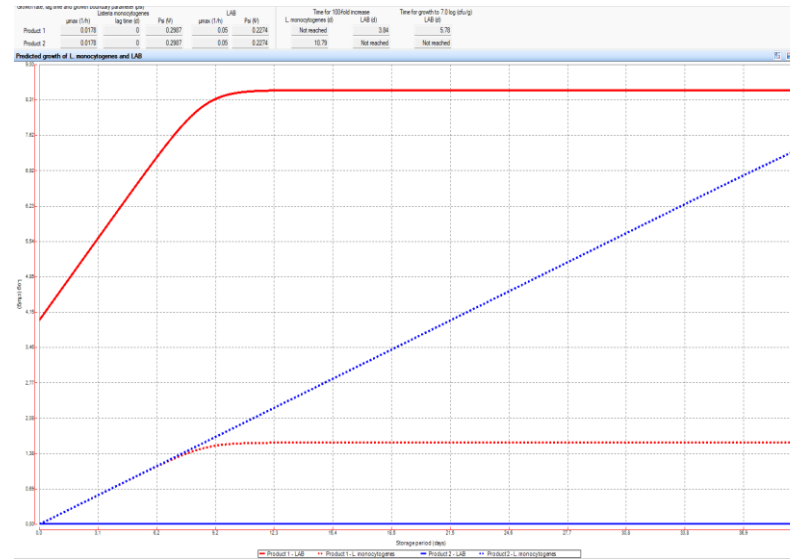
## Challengetest:

- Ingen vækst på 30 dage



pH 5,5; 1,2% NaCl, 5°C, 67% vand,  
30% CO<sub>2</sub>

NB: laveste pH i FSSP er 5,6!!!



## FSSP: uden nølefase

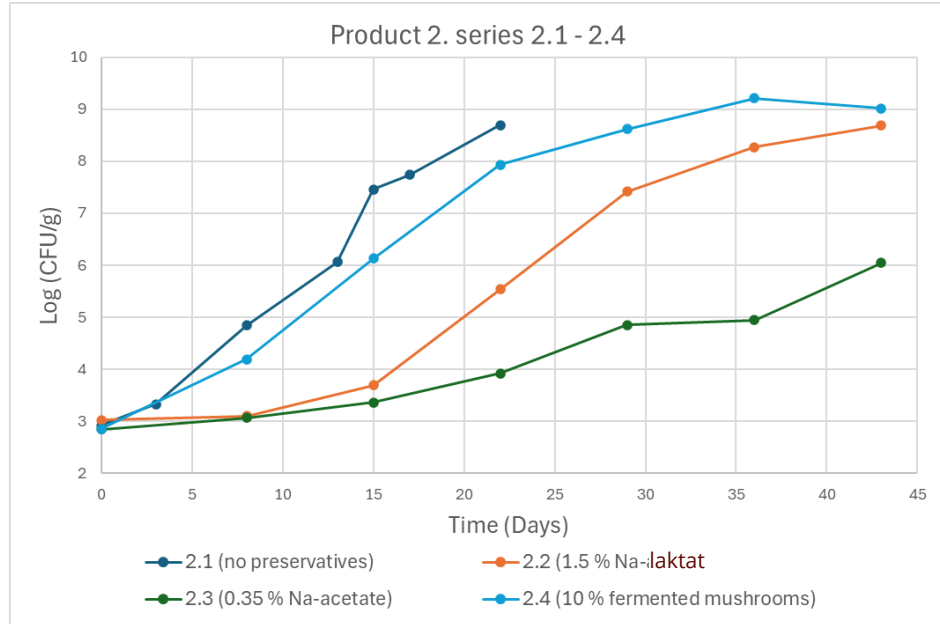
- Uden LAB:
  - 0,5 log: ca 3 dage
  - 1 log: ca 7 dage
  - 2 log: ca 11 dage
- Med LAB:
  - 0,5 log: ca 3 dage
  - 1 log: ca 7 dage
  - 2 log nås ikke

## FSSP: med nølefase

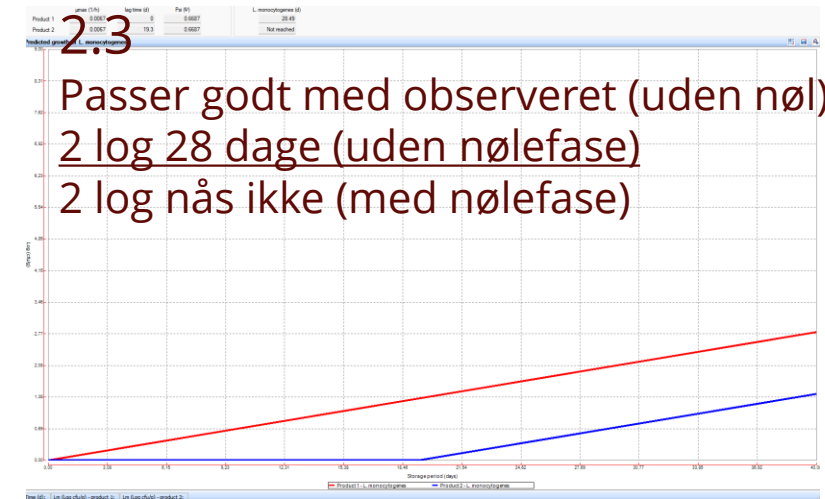
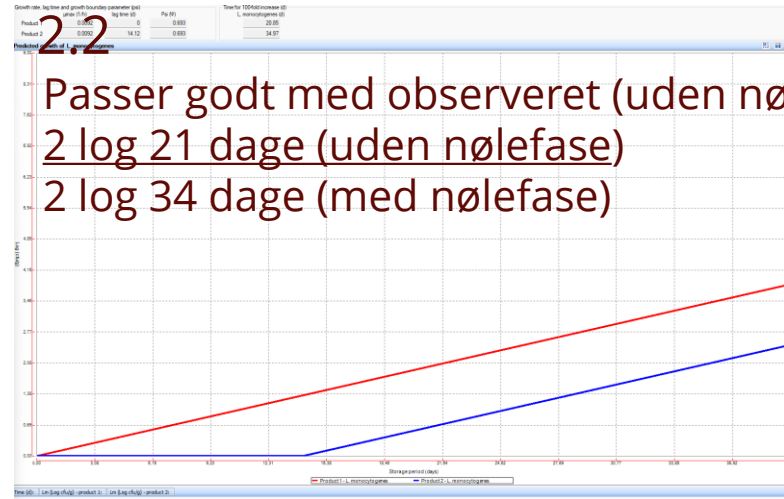
- Uden LAB:
  - 0,5 log: ca 10 dage
  - 1 log: ca 13 dage
  - 2 log: ca 18 dage
- Med LAB:
  - 0,5 log nås ikke

# Målt vækst og prædikeret vækst

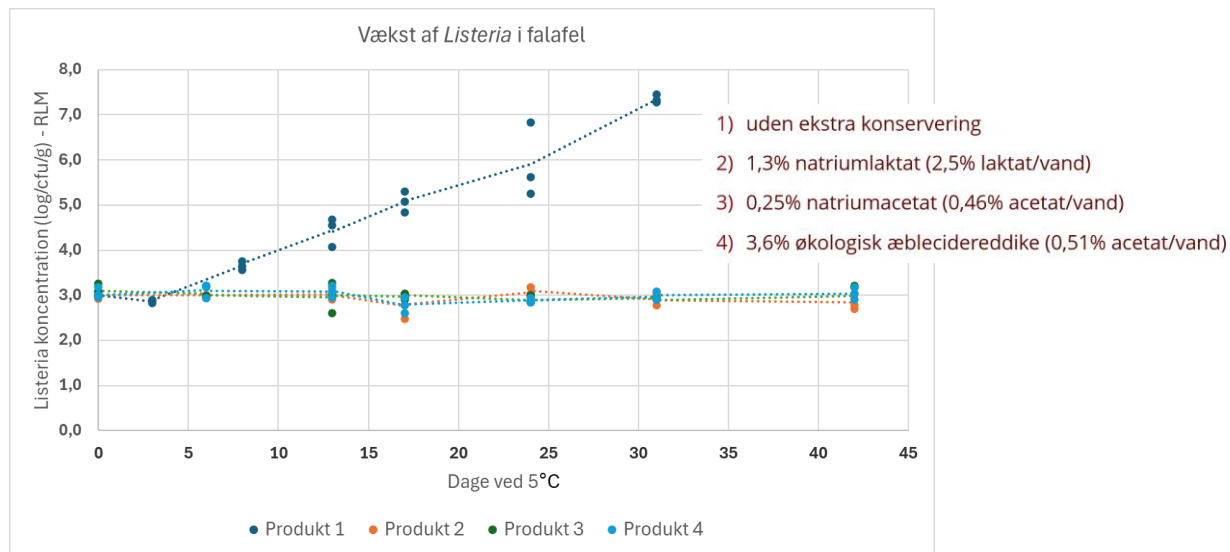
## eksempel bagt plantepostej – FSSP et godt bud (-lab)



|                | H2.1          | H2.2          | H2.3          | H2.4          |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| pH             | 6,1           | 6,2           | 6,2           | 6,0           |
| Salt           | 1,3           | 1,4           | 1,4           | 1,4           |
| Laktat         | 0             | 1,3           | 0             | 0,05          |
| Acetat         | 0             | 0             | 0,3           | 0,01          |
| Vand           | 54- <b>62</b> | 54- <b>60</b> | 57- <b>63</b> | 59- <b>62</b> |
| Challengetest: |               |               |               |               |
| 2 log          | 7 dg          | 20 dg         | 30 dg         | 12 dg         |



# Målt vækst og prædikeret vækst *eksempel falafel*



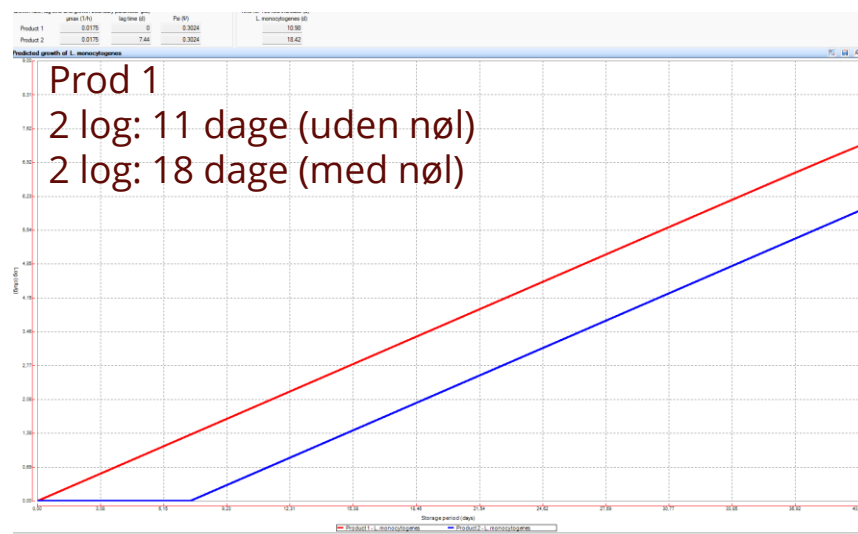
|          | Prod 1 | Prod 2 | Prod 3 | Prod 4 |
|----------|--------|--------|--------|--------|
| pH       | 5,9    | 6,0    | 5,9    | 5,3    |
| Salt     | 1,4    | 1,3    | 1,4    | 1,5    |
| L-laktat | 0      | 0,99   | 0      | 0      |
| Acetat   | 0      | 0      | 0,19   | 0,22   |
| Vand     | 39,2   | 39,8   | 40,9   | 43,3   |

Challengetest:

|       |       |             |             |             |
|-------|-------|-------------|-------------|-------------|
| 1 log | 10 dg | Ingen vækst | Ingen vækst | Ingen vækst |
| 2 log | 17 dg |             |             |             |

FSSP:

|       |       |             |             |    |
|-------|-------|-------------|-------------|----|
| 1 log | 11 dg | Ingen vækst | Ingen vækst | NA |
| 2 log | 18 dg |             |             |    |



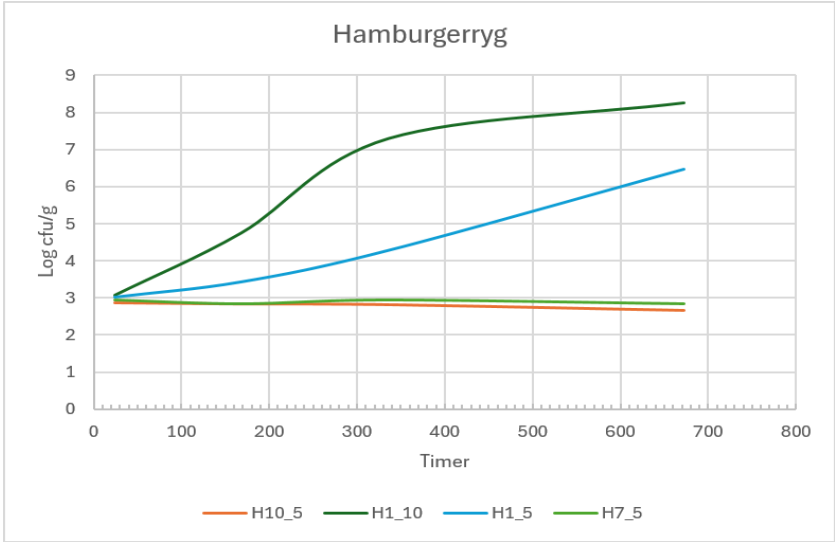
Produkt 1:  
God prædiktion

Produkt 2, 3 og 4:  
Stabiliserede produkter  
Både med challengetest og beregnet

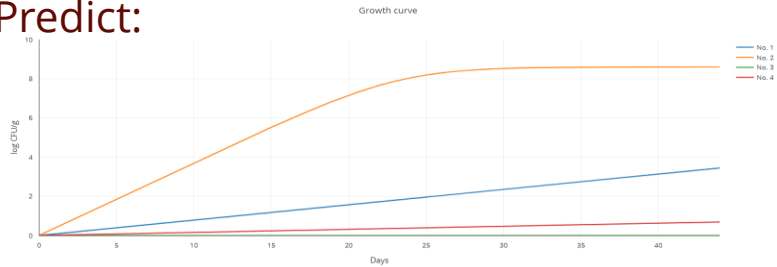
# Målt vækst og prædikeret vækst

## eksempel hamburgerryg

Challengetest:



DMRIPredict:



| 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 |
|       | Initial count | Product type | Na-lactate       | Na-acetate | Na-nitrite | pH | NaCl/water                | Water | CO <sub>2</sub> in overhead | Storage temp | Storage time          | Lactate  | Acetate  | NaCl                 | μ <sub>max</sub>       | Doubling time | Time to reach |                            |
| 4     | 1 CFU/g       | Whole muscle | 0.5 %            | 0.25 %     | 52 ppm     | 6  | 2.5 %                     | 70 %  | 20 %                        | 5 °C         | 44 days               | 1,5679 % | 0,2571 % | 2.5 %                | 0,0007 h <sup>-1</sup> | 19.2 days     | 31.9 days     | 2 log CFU/g => >44 days    |
| 3     | 1 CFU/g       | Whole muscle | 1 %              | 0.5 %      | 52 ppm     | 6  | 2.5 %                     | 70 %  | 20 %                        | 5 °C         | 44 days               | 2,1357 % | 0,5143 % | 2.5 %                | 0 h <sup>-1</sup>      | >44 days      | >44 days      | 2 log CFU/g => >44 days    |
| 2     | 1 CFU/g       | Whole muscle | 0 %              | 0 %        | 52 ppm     | 6  | 2.5 %                     | 70 %  | 20 %                        | 10 °C        | 44 days               | 1 %      | 0 %      | 2.5 %                | 0,0155 h <sup>-1</sup> | 0.8 days      | 1.4 days      | 2 log CFU/g => 5.4 days    |
| 1     | 1 CFU/g       | Whole muscle | 0 %              | 0 %        | 52 ppm     | 6  | 2.5 %                     | 70 %  | 20 %                        | 5 °C         | 44 days               | 1 %      | 0 %      | 2.5 %                | 0,0033 h <sup>-1</sup> | 3.8 days      | 6.4 days      | 2 log CFU/g => 25.5 days   |

|                | H1  | H1  | H7   | H10 |
|----------------|-----|-----|------|-----|
| Temp. °C       | 10  | 5   | 5    | 5   |
| pH             | 6   | 6   | 6    | 6   |
| Salt %         | 1,8 | 1,8 | 1,8  | 1,8 |
| Na-laktat %    | 0   | 0   | 0,5  | 1,0 |
| Na-acetat %    | 0   | 0   | 0,25 | 0,5 |
| Na-nitrit ppm  | 52  | 52  | 52   | 52  |
| Vand %         | 70  | 70  | 70   | 70  |
| Challengetest: |     |     |      |     |
| 0,5 log        | 1   | 6   | NG   | NG  |
| 1 log          | 3   | 13  | NG   | NG  |
| 2 log          | 5   | 26  | NG   | NG  |
| DMRIPredict:   |     |     |      |     |
| 0,5 log        | 2   | 6   | 32   | >44 |
| 1 log          | 4   | 12  | >44  | >44 |
| 2 log          | 7   | 19  | >44  | >44 |

# Challenge test og modeller

- Coleslaw, plantefars (høj baggrundsflora):
  - Ingen vækst challengetest
  - FSSP + LAB + nølefase giver beregninger tættest på challengetest
- Plantepostej og falafler (varmebehandlede)
  - Vækst i challengetest (tid til 2 log) passer bedst med FSSP uden nølefase (uden LAB)
- Hamburgerryg
  - Vækst i challengetest passer med DMRIpredict (ingen nølefase, ingen LAB)



# Opsummering Prædiktive modeller

## Begrænsninger/det svære:

- Kræver brugerne er trænet i brug af modeller
  - Valg af model
  - Korrekte inputværdier (kemi, startkimtal)
  - Fødevare model er bedre end bouillonmodel
  - Men fødevaremodellen 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
    - Brug 7-8°C sidste 1/3 (1/4?) af holdbarhedsperioden
  - Variationer i kemi mellem batch
- Validerede modeller inkluderer forskellige stammer
- Bruges sammen med LM analyser fra produktionsmiljøet og produktprøver

# Tak for opmærksomheden

Webinaret er blevet til med finansiell støtte fra  
Svineafgiftsfonden, Uddannelses- og  
Forskningsstyrelsen og Plantefonden

Svineafgiftsfonden





**Anette Granly Koch**

Faglig leder

Fødevaresikkerhed og Kvalitet

**E** aglk@teknologisk.dk

**M** +45 72 20 25 39

[www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk)



**Gudrun Margret Jónsdóttir**

Konsulent

Fødevaresikkerhed og Kvalitet

**E** gmjr@teknologisk.dk

**M** +45 72 20 30 35

[www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk)



Teknologisk Institut  
Fødevaresikkerhed og -kvalitet  
Gregersensvej 9, 2630 Taastrup

# Spice up your feed with food innovation

Følg os på  
**LinkedIn**

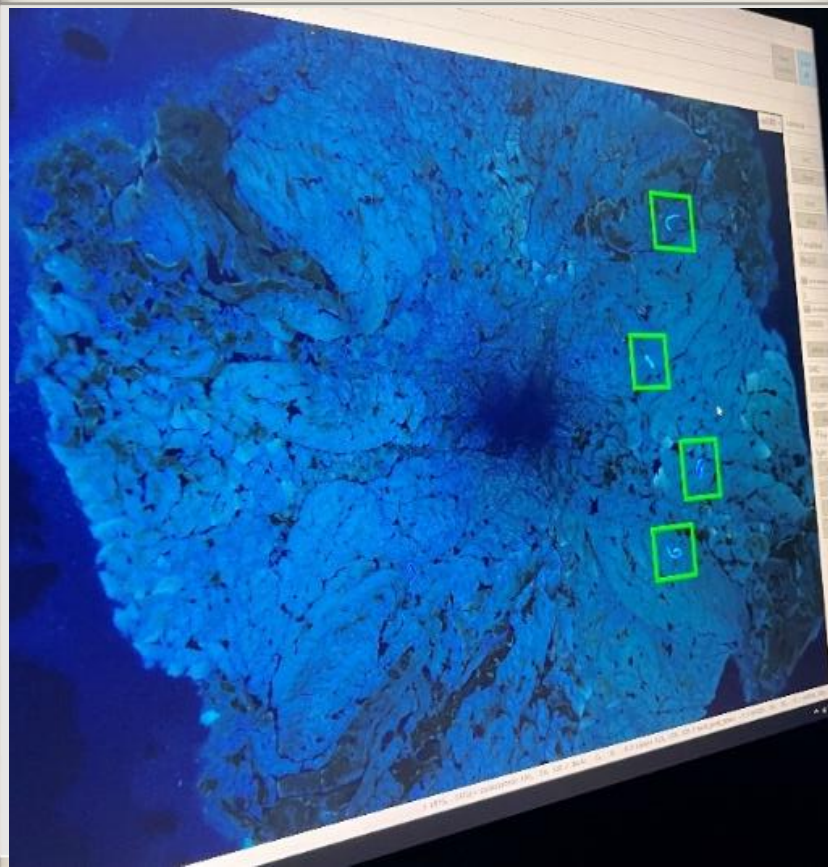


Tilmeld dig  
vores  
nyhedsbrev



# Udsigt til indsigt

– en webinarserie om fødevarer sikkerhed og -kvalitet



Næste webinar

Tirsdag d. 27. oktober 2026

Hvordan udvikles  
kvalitets-modeller til  
fødevareindustrien?

Birgit Groth Storgaard &  
Jeppe Milling Korsholm

Tilmelding via kursussiden

På gensyn!