Udsigt til indsigt

– en webinarserie om fødevaresikkerhed og -kvalitet

Foretrækker Bakterier kød eller grønt?



TEKNOLOGISK INSTITUT

Tirsdag d. 24. November 2026

Starter kl. 12.00

Holdbarhed og fødevaresikkerhed af hybrid- og plante-baserede produkter

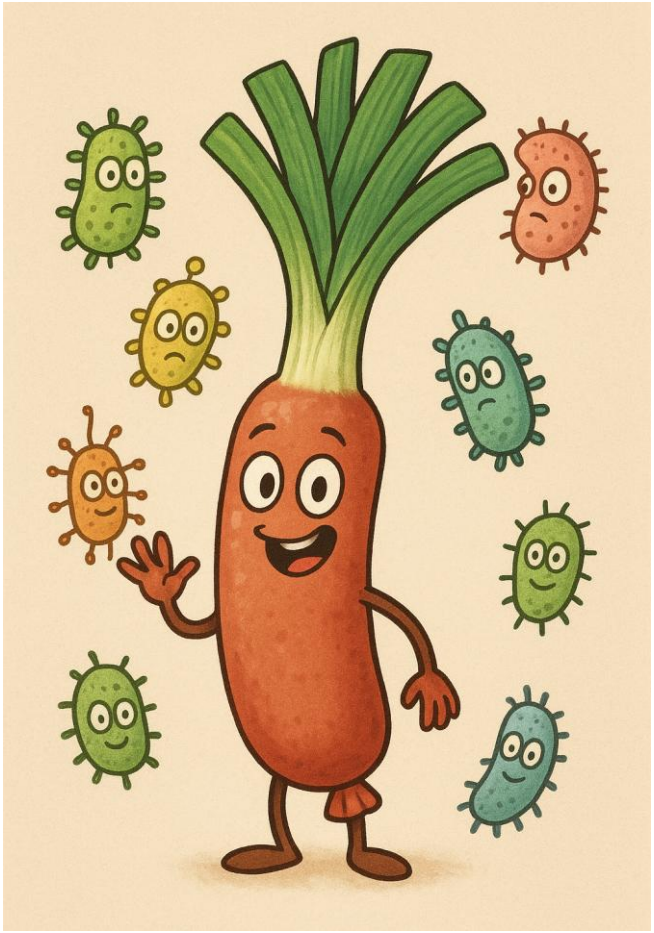
Dagens eksperter:
Nanna Bygvraa Svenningsen
nbs@teknologisk.dk
Anette Granly Koch
aglk@teknologisk.dk

Fødevaresikkerhed og holdbarhed af hybrid- eller planteprodukter

- Traditionelle kødprodukter har lang historie i forhold til fastlæggelse af holdbarhed og vurdering af fødevaresikker

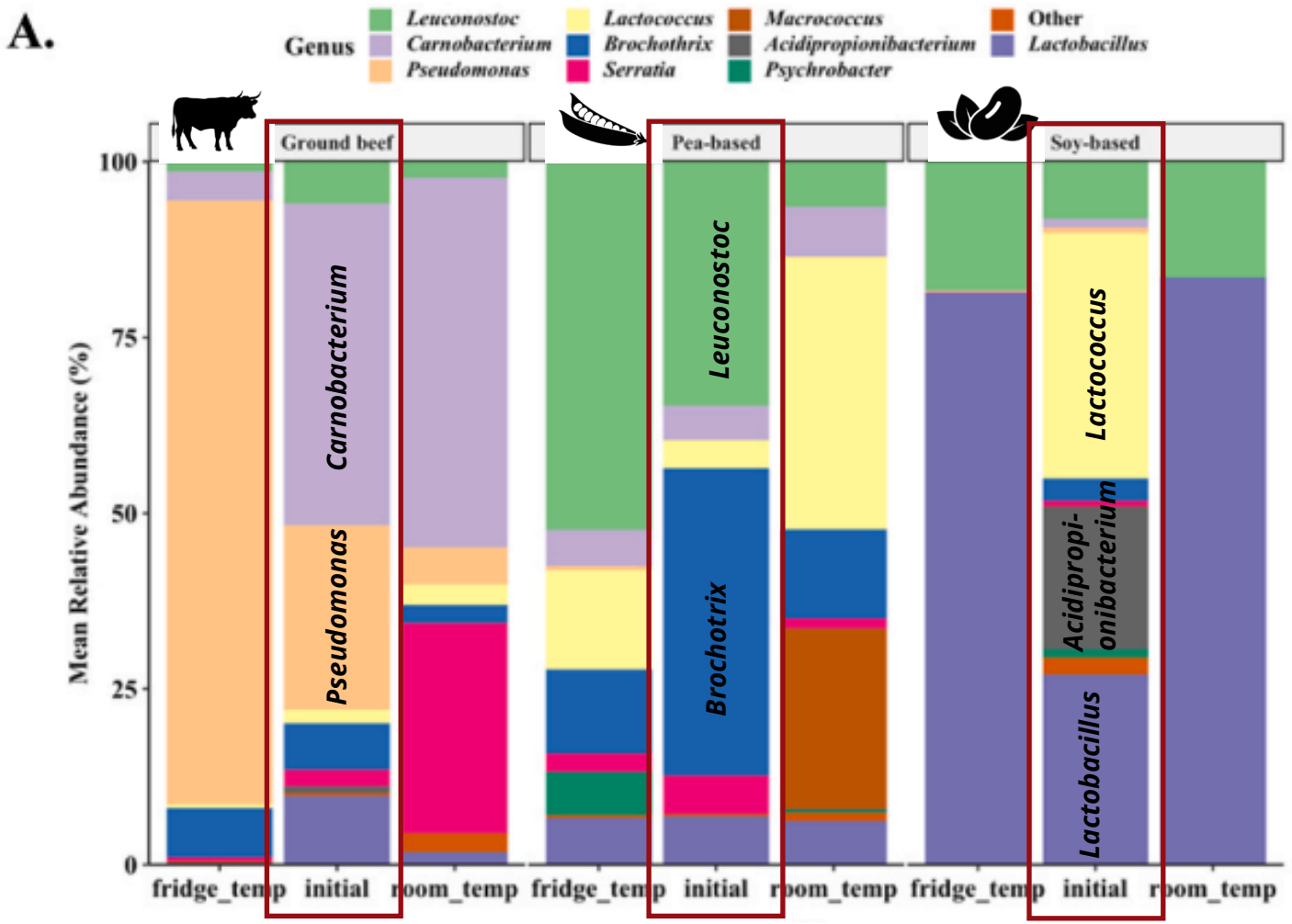
Hybrid- eller planteprodukter:

- Øget tilgængelighed af sukker ved tilsætning af plantebaserede ingredienser ↑
- Planteproteiner bidrager til øget pH i produkterne ↑
- Mindre konserverende effekt af organiske syrer (fx laktat/acetat) ved højt pH ↑
- Mindre naturligt laktat (mælkesyre), når kødindholdet reduceres ↑
- Kan være flere sporedannende bakterier
- Råvarer kan introducere "nye" arter



(↑ = risiko for øget vækst)

Forskellig mikroflora i fersk hakket oksekød og ærte/soya-baserede køderstatninger



Li et al. (2024), LWT

Værktøjskassen – prædiktive modeller



- Prædiktive modeller er et vigtigt værktøj for fødevareproducenter, når holdbarheden skal fastsættes med hensyn til **fødevaresikkerhed** og **fordærv**
- Kan bruges aktivt i **produktudviklingen** samt til **dokumentation** af sikkerhed overfor kunder og myndigheder
- Fx ComBase (bouillon), FSSP (fisk og kød), DMRIPredict (kød)

Kan modellerne bruges?

DMRIPredict.dk



Clostridium botulinum	*Listeria monocytogenes*	ConFerm	Minced pork
Growth/no-growth in deli-type meat products	Growth in deli-type meat products	Survival, reduction or growth of *Listeria, E. coli,* and *Salmonella* during the production of fermented and matured sausages	MAP



Holdbarhed af hakket kød/grønt

Pork mince

Shelf life of fresh pork mince

Input fields *Clear fields*

Raw material quality

Estimated initial count (log CFU/g)

2,9

Standard deviation (log CFU/g)

0,9

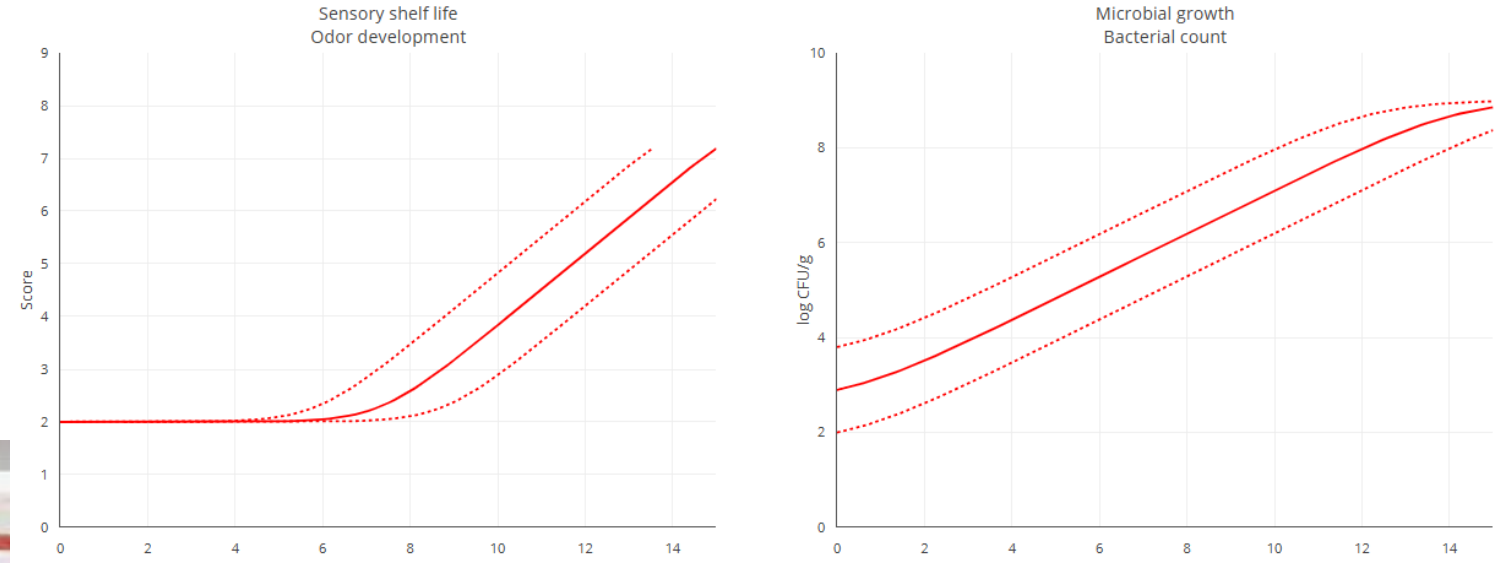
Packaging and storage conditions

MAP: 70% O_2 and 30% CO_2

#	Temperature (°C)	Time (days)	Packaging
1	4,6	15	MAP

Add row

Run calculations

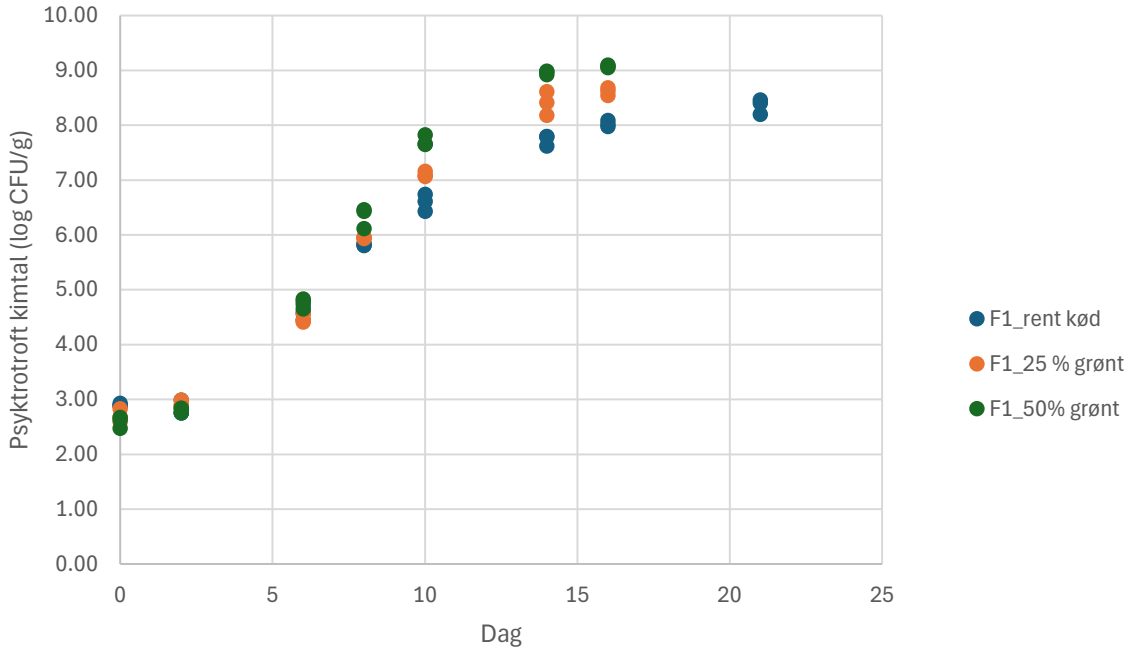




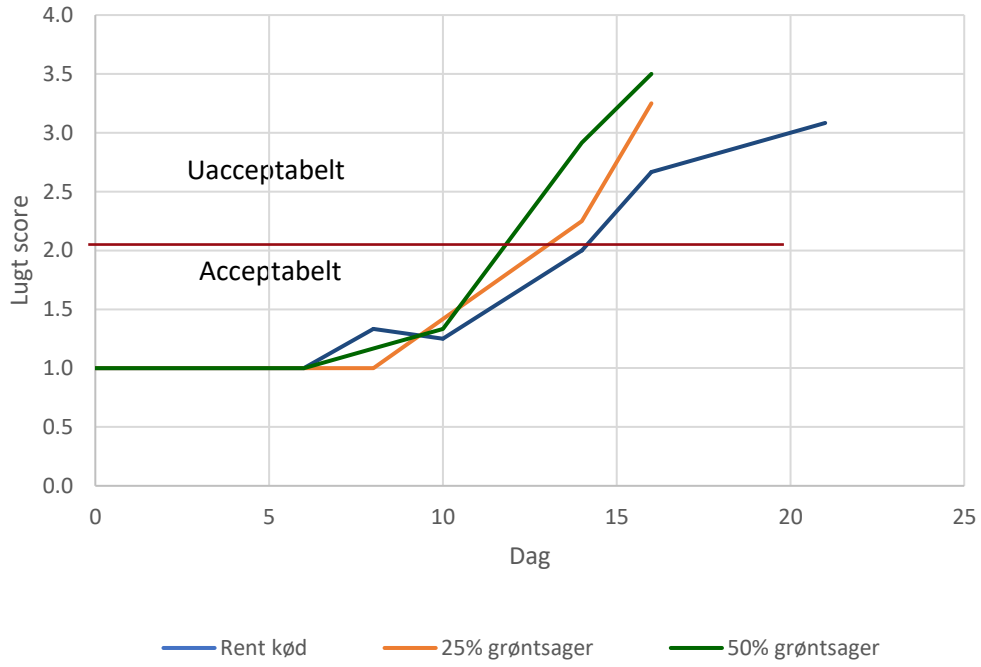
Tilsætning af grøntsager reducerer holdbarheden



Kimtal



Sensorik



Holdbarhed i nogle tilfælde reduceret med op til ca. 20%

Kan DMRI Predict benyttes til hybridprodukter?

Pork mince ⓘ

Shelf life of fresh pork mince

Input fields *Clear fields*

Raw material quality

Estimated initial count (log CFU/g)

2,9

Standard deviation (log CFU/g)

0,9

Packaging and storage conditions

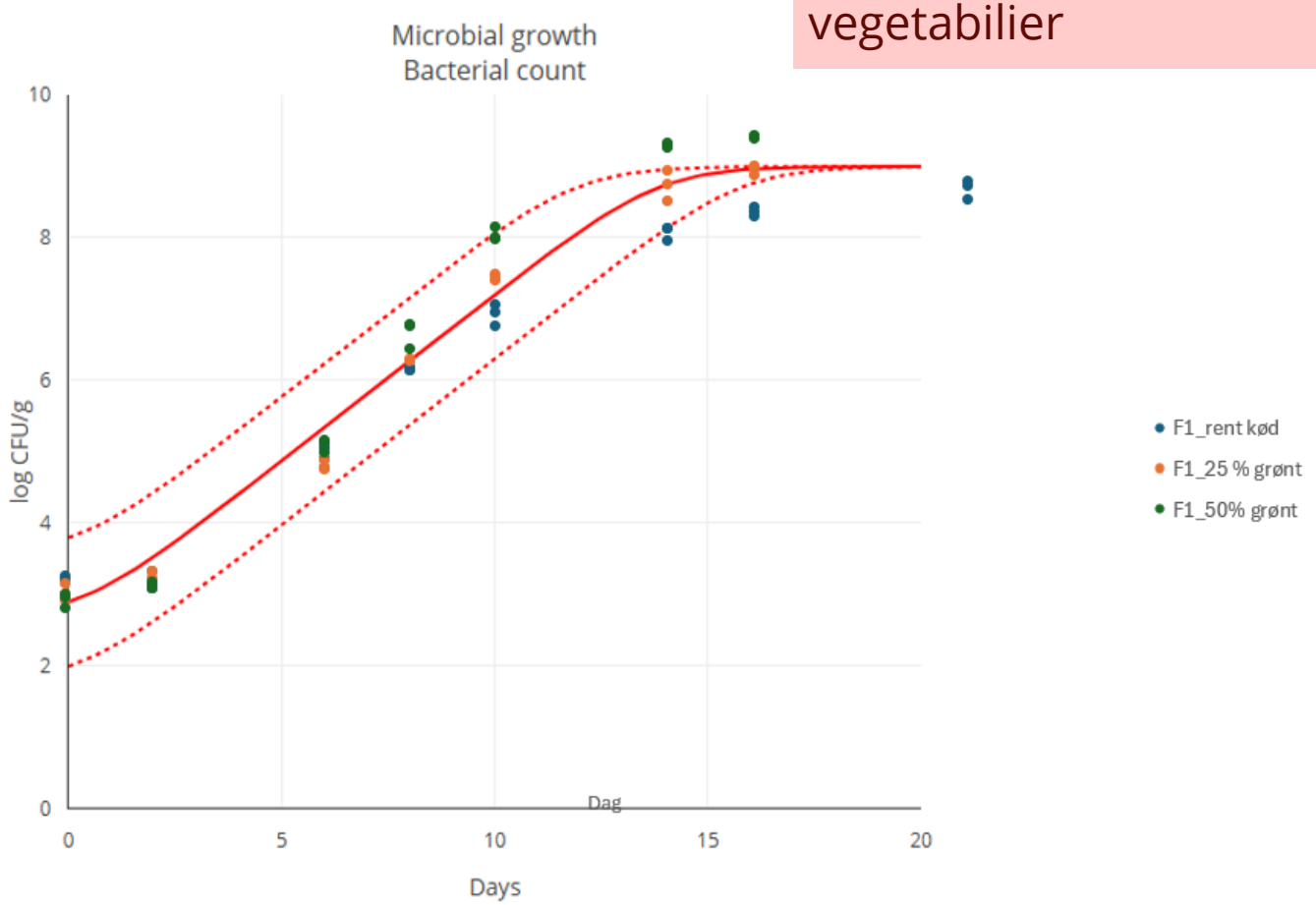
MAP: 70% O_2 and 30% CO_2

#	Temperature (°C)	Time (days)	Packaging
1	4,6	15	MAP

Add row

Run calculations

Vækst (oftest) lidt hurtigere og til lidt højere niveau ved tilsætning af vegetabilier



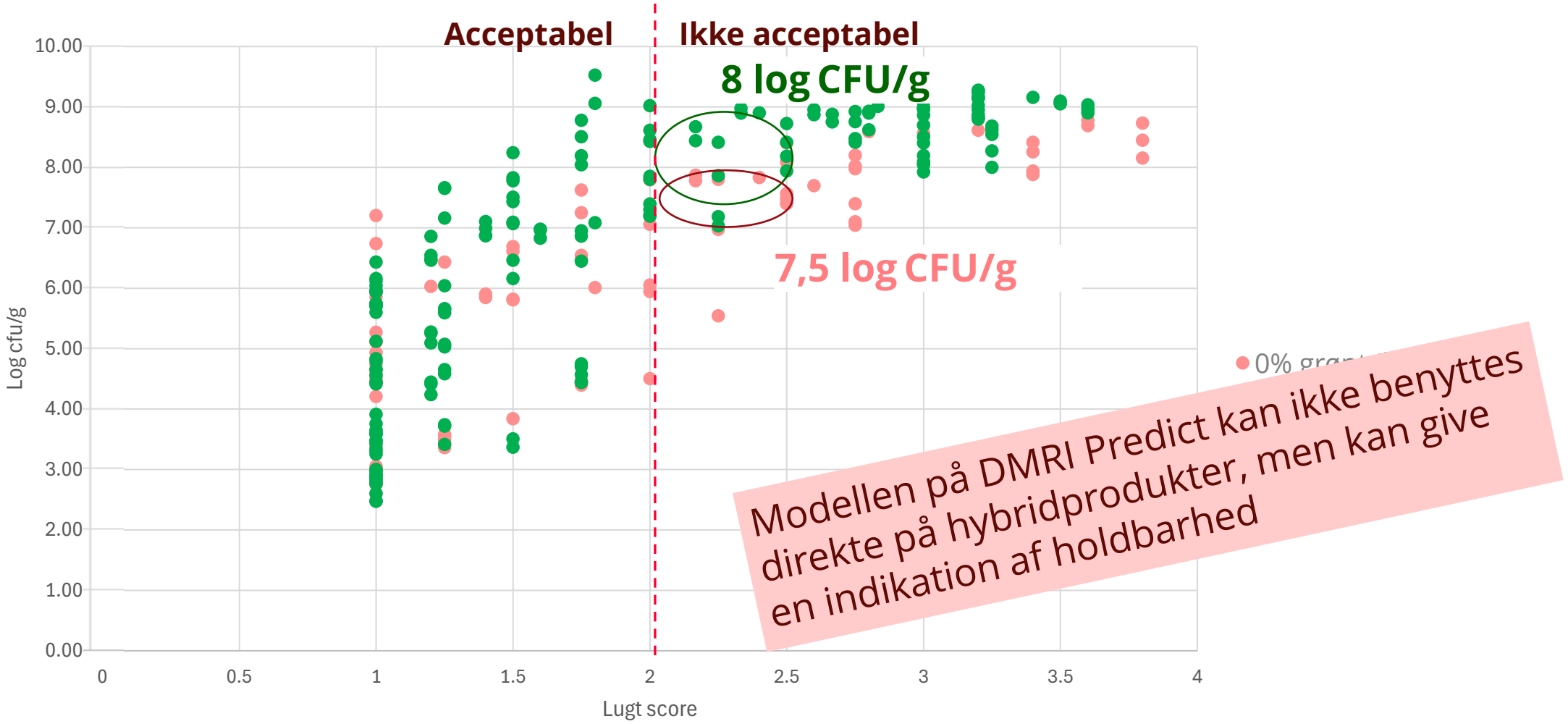
Grøntsager selekterer for andre fordærvere i fersk kød

30-50% grønt/50-70% kød

100% kød

	5°C_slut_serie 1	5°C_slut_serie 2	5°C_slut_serie 3	5°C_slut_serie 4	5°C_slut_serie 5
Weissella	0,3	0,3	0,1	0,3	40,7
Brochothrix	6,5	13,1	0,2	2,2	37,2
Leuconostoc	92,6	85,2	96,2	96,7	8,8
Lactococcus	0,2	0,6	0,0	0,2	3,0
Pseudomonas	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
Serratia	0,0	0,0	0,2	0,0	2,4
Photobacterium	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
Carnobacterium	0,1	0,3	0,0	0,4	0,7
Pantoea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Rahnella1	0,0	0,0	3,0	0,1	0,0
Lactobacillus	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1
Streptococcus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Andre slægter	0,1	0,1	0,2	0,0	0,3

Sensorisk vurdering af hakket kød/grønt



- Andre metabolitter end ved fordærv af kød
- Grøntsager kan "maskere" lugt af fordærvet kød

ConFerm-modellen:

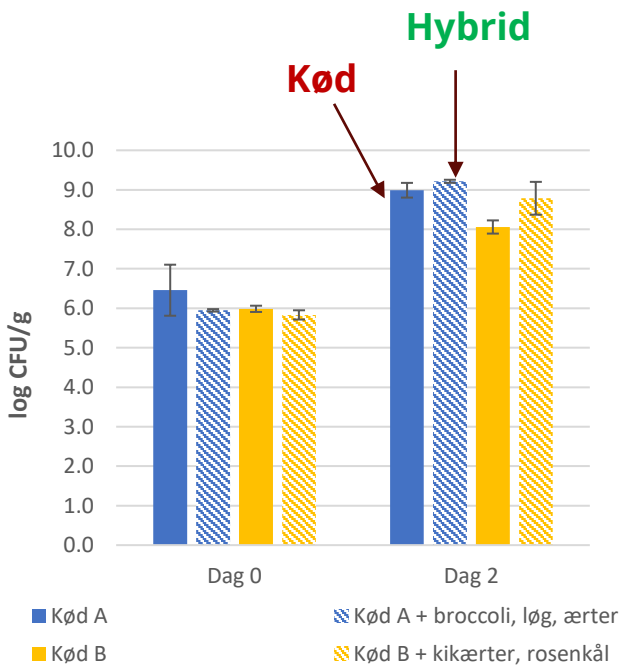
Sikkerhed af spegepølser tilsat vegetabilier



Spegepølser (alm. og hybrid) tilsat starterkultur og podet med *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* og *E. coli*

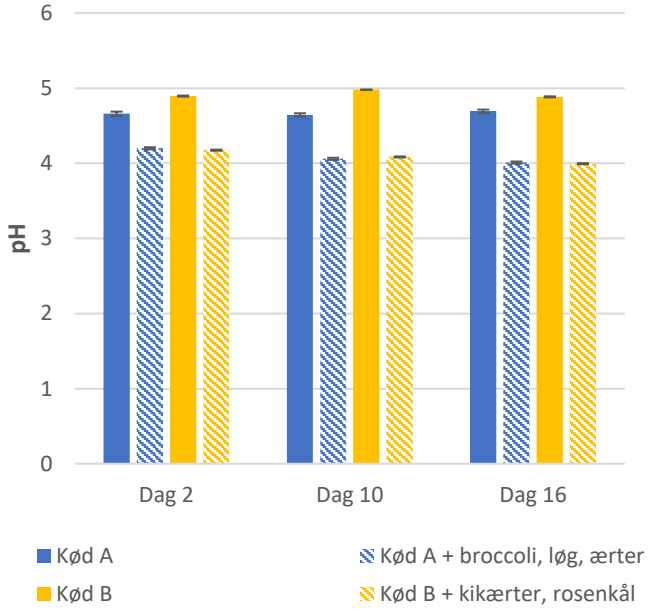


Vækst af **mælkesyrebakterier** lidt hurtigere i hybridpølser



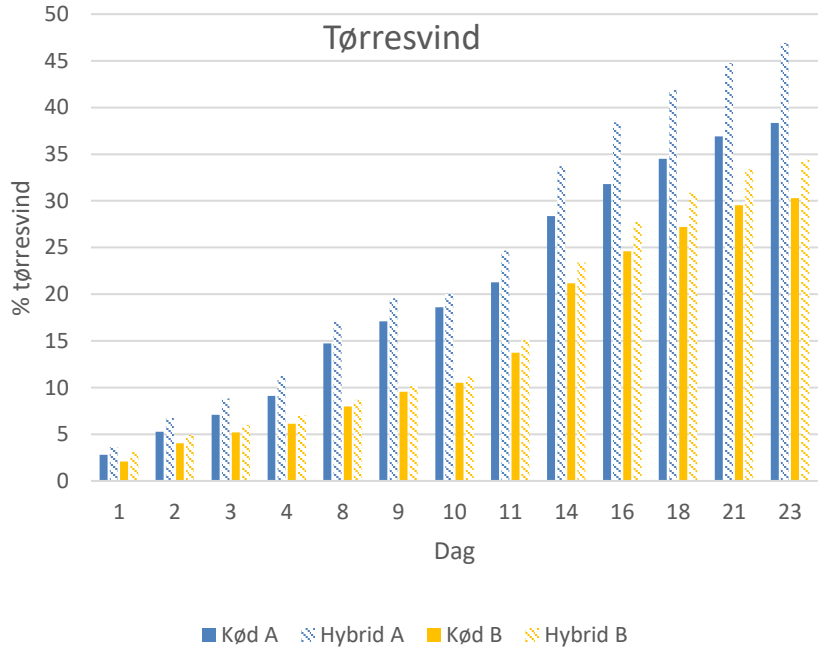
Start-pH ca. 5,9

→ Større **pH-fald** i hybridprodukter



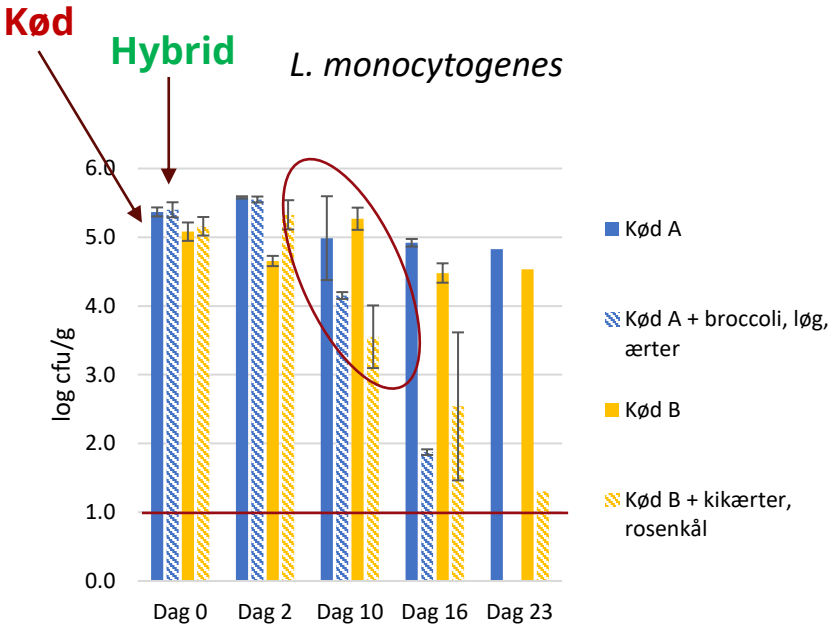
→ Større/hurtigere **vandtab**

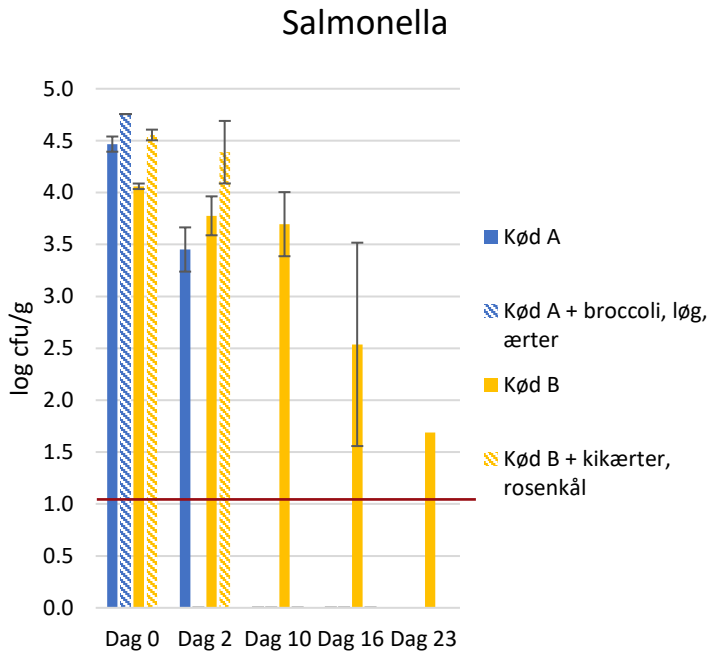
→ Hurtigere **Aw reduktion**

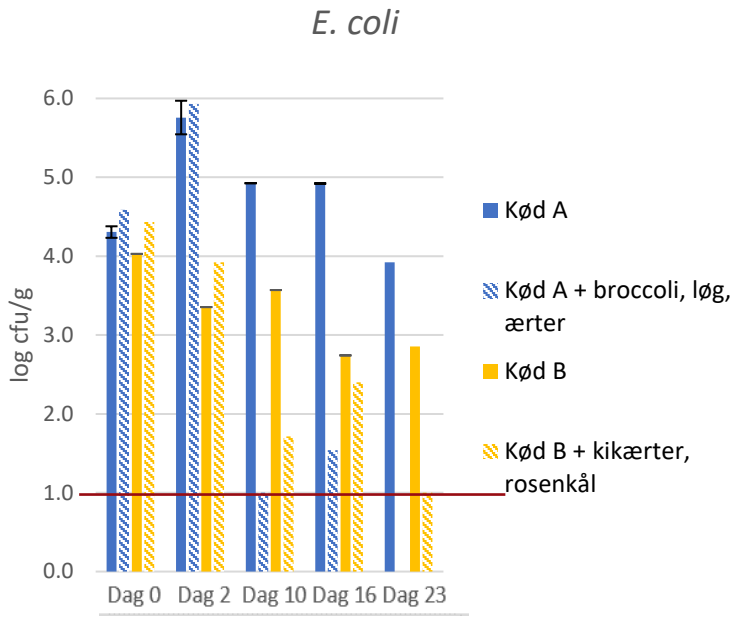


Tilsætning af vegetabilier gør ikke spegepølser mindre sikre









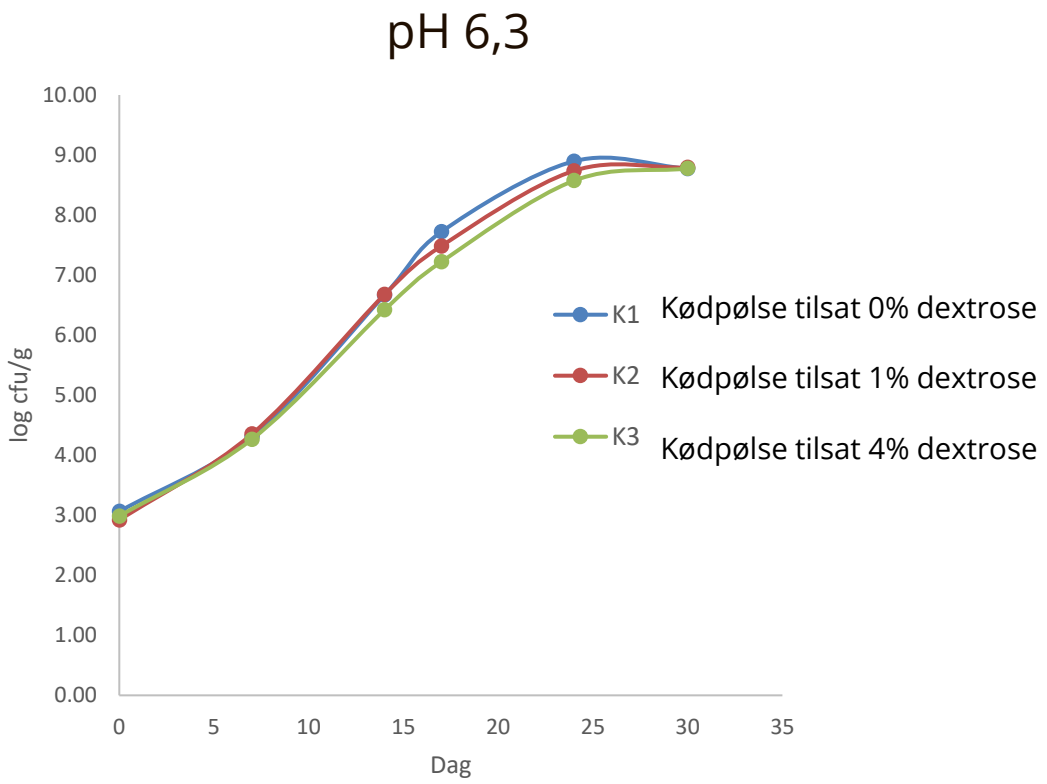
- Hurtigere og større reduktion af sygdomsfremkaldende bakterier i hybridprodukter
- Et hurtigt pH-fald kan medføre, at spegepølserne mister vand hurtigere og danner tørrerand
- **Produktion af sikre spegepølser kræver stadig gode råvarer**

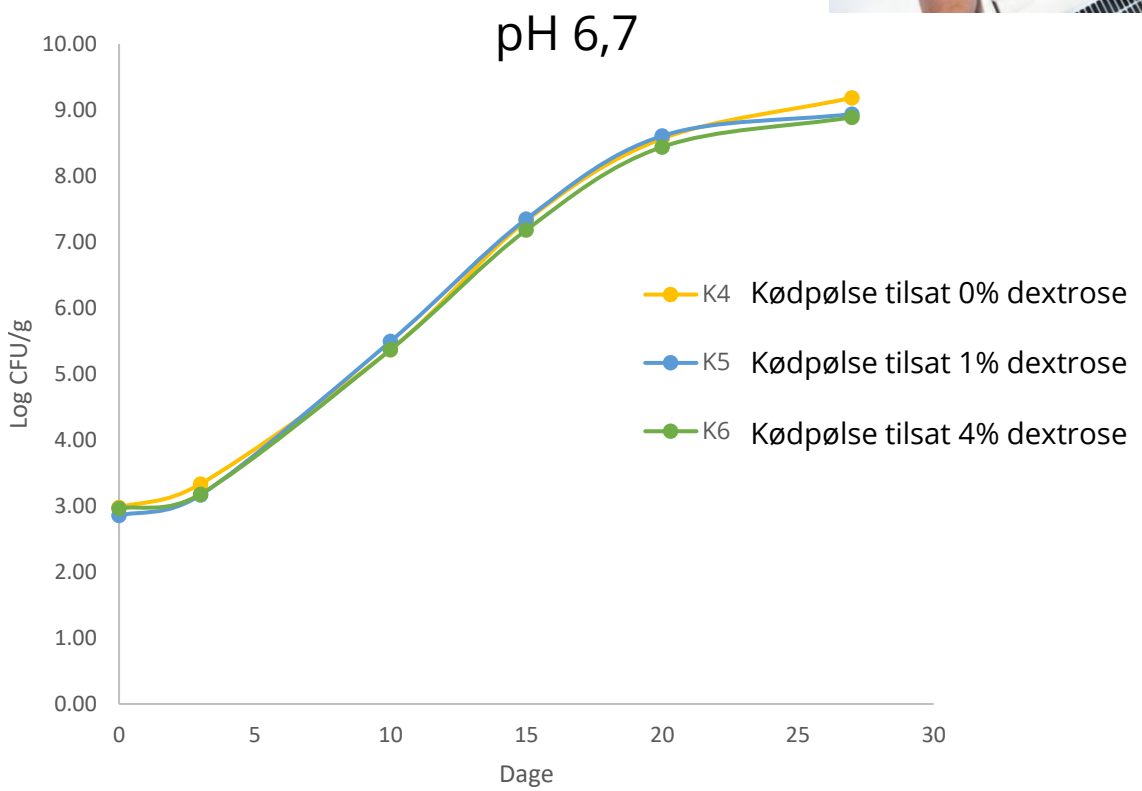
Kan Listeria-modellen benyttes ved tilsætning af vegetabilier?



Øget tilgængelighed af kulhydrat påvirker ikke væksten af *Listeria*



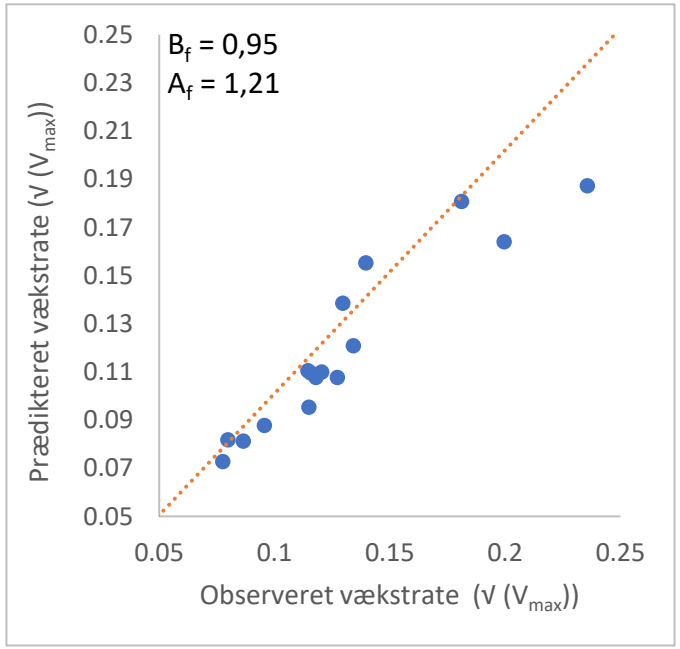


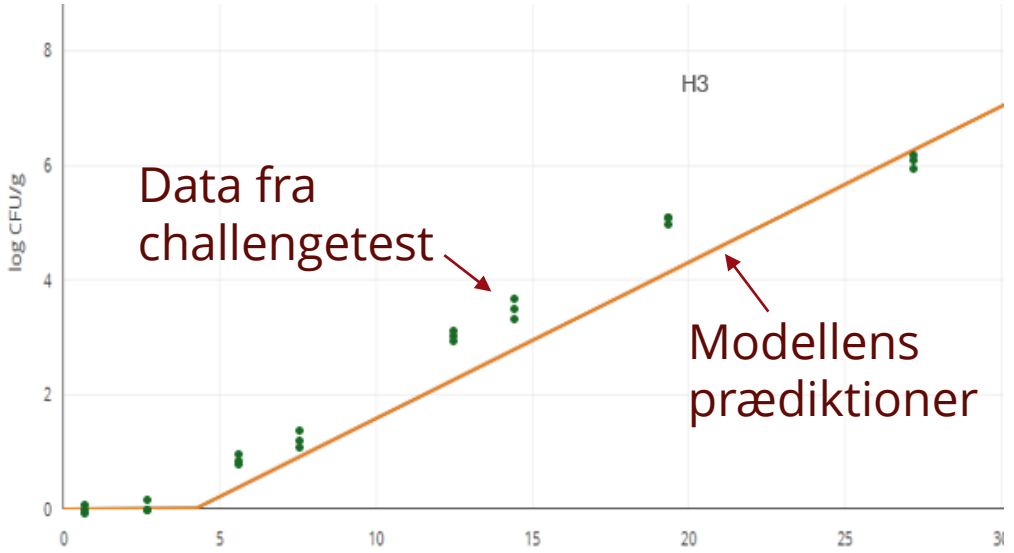


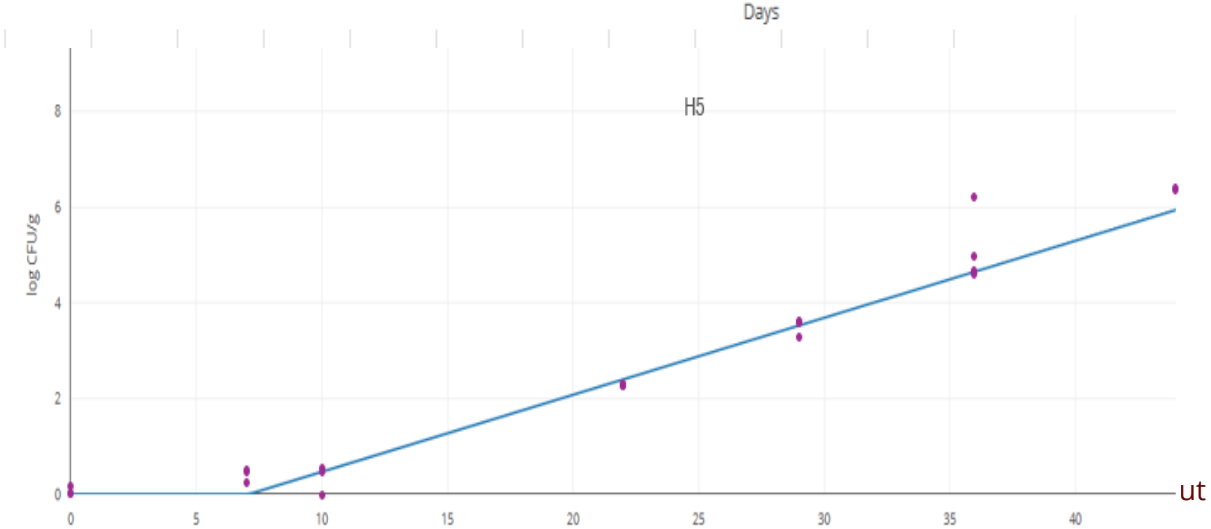
- Vækst af *Listeria* afgøres af produkternes pH samt konserveringsprofil (**konservering i vandfasen**)

Listeria-modellen og hybridprodukter

- Listeria-model udvidet pH-interval (→ pH 7,3)
- Hybridrecepter (farsprodukter):
  - 40% kød
  - 4-9% planteprotein
  - 21-30% grøntsager







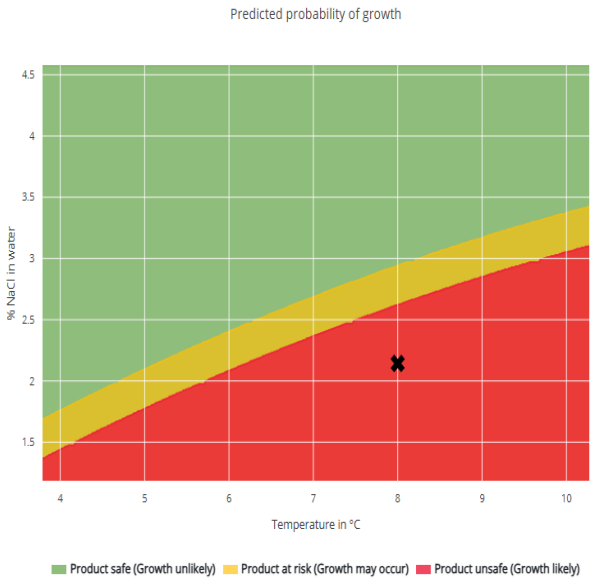
ut

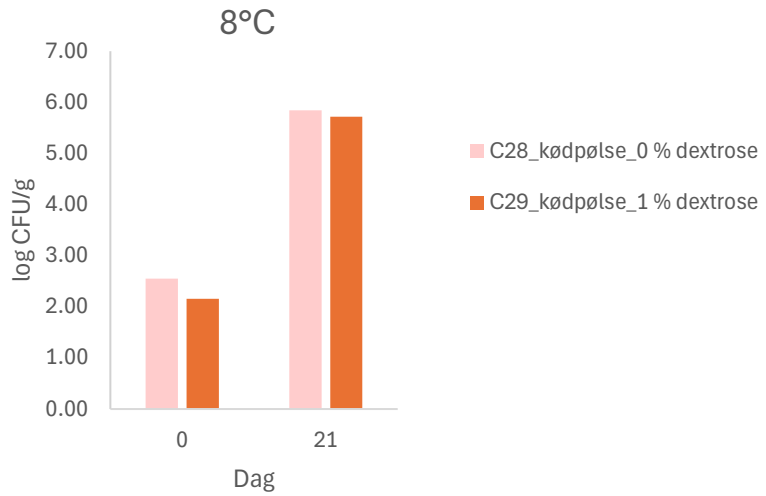
Vækst af sporedannere i hybridprodukter

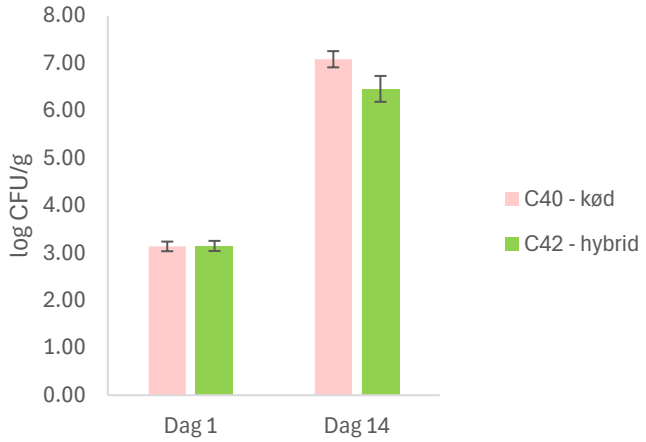
- *Clostridium botulinum*
- *Bacillus cereus*



Brug af *C. botulinum* modellen på hybridprodukter







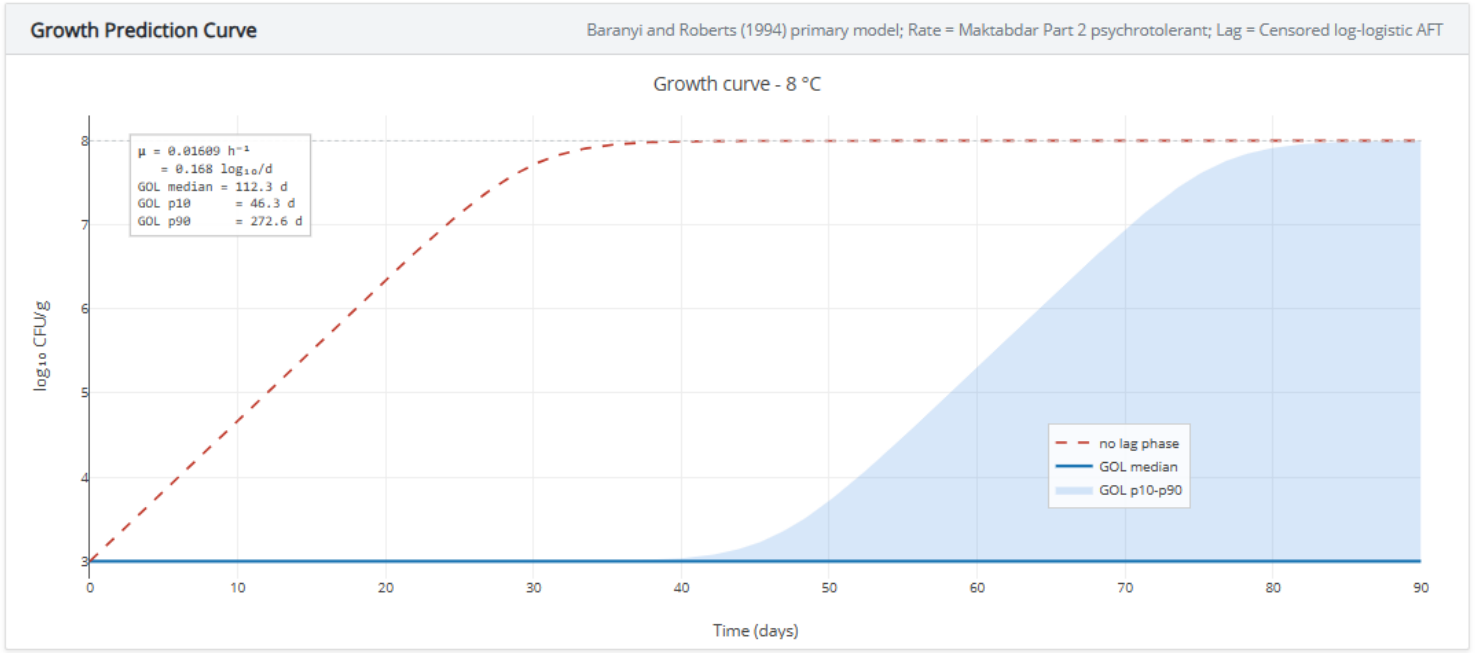
- Øget tilgængelighed af sukker påvirker ikke væksten

- 39 challengetest
- Hybridpølser m. 30-35% grøntsager/planteprotein)

- hybriddata stemmer overens med modellens prædiktioner:

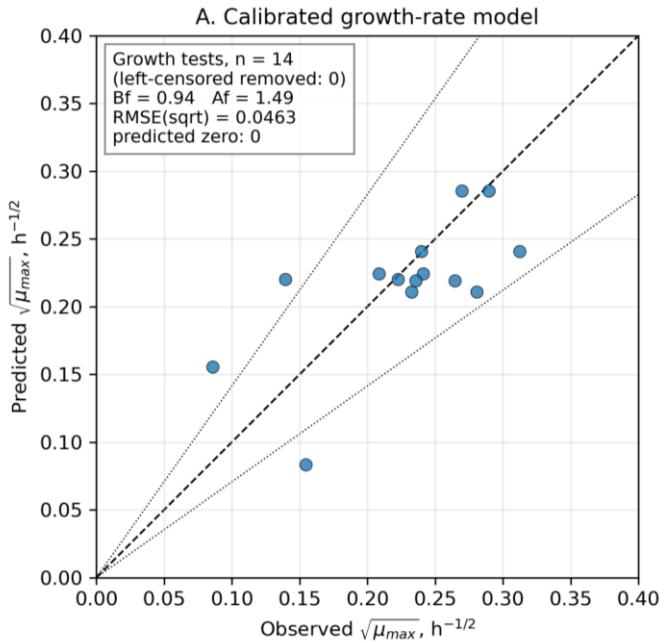
  prædikteret ingen vækst
  → ingen observeret vækst i hybridpølser

Ny model for vækst af *Bacillus cereus* er valideret i hybridprodukter



Hybridpølser m. 31-36% grøntsager/planteprotein

Vækstmodel





Holdbarhed af plantebaserede fødevarer

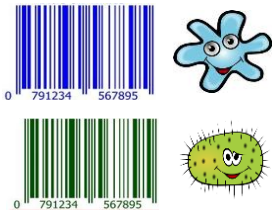
PlanteFerm og PlantePredict

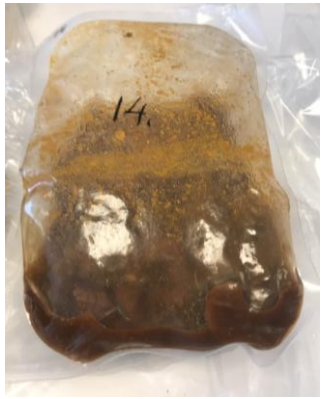
Finansieret af Plantefonden

Fordærv skyldes mange forskellige bakterier

- **Plante produkter:**
  - *Leuconostoc:*
    - *mesenteroides, gelidum*
  - *Lactococcus*
  - *Lactobacillus:*
    - *sakei, parabuchnerii*
  - *Carnobacterium*
  - *Pseudomonas fragi*
  - *Bacillus*
  - *Pantoaea agglomerans*
  - *Clostridium: Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum*
  - others

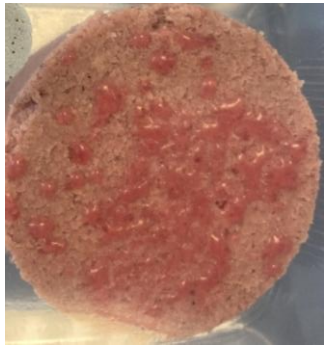
- **Kød produkter:**
  - *Leuconostoc:*
    - *carnosum, mesenteroides, gelidum*
  - *Lactobacillus:*
    - *brevis, paraalimentarius, curvatus, sakei,*
  - *Carnobacterium*
  - *Pseudomonas libanensis*
  - *Brochotrix thermospachta*
  - *Clostridium:*
    - *Estherteticum, bowmani*
  - others















Forbedret holdbarhed af plantefars

Holdbarhed (kimtal, sensorik)

Sensorik – max syretilsætning

Forbrugertest





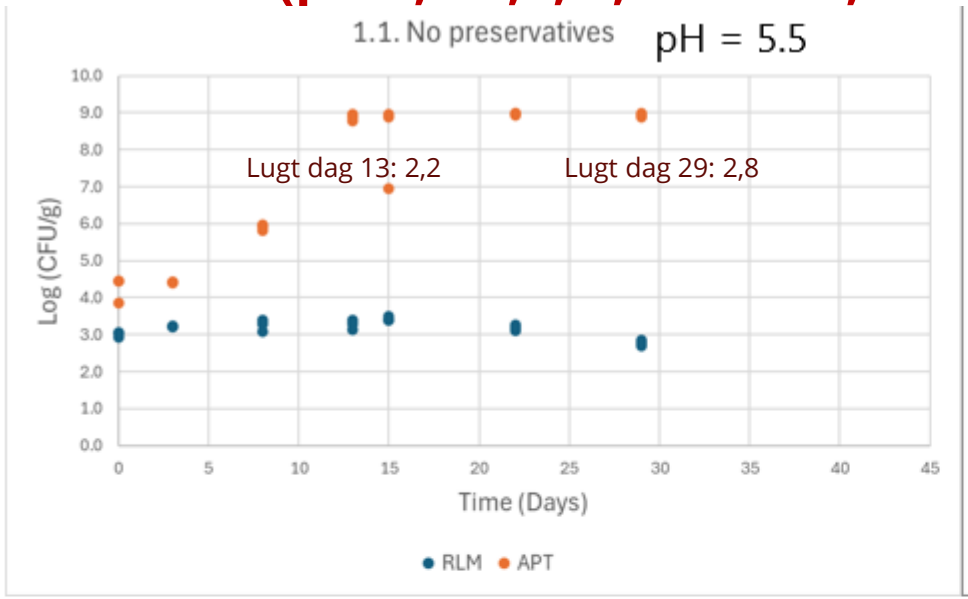


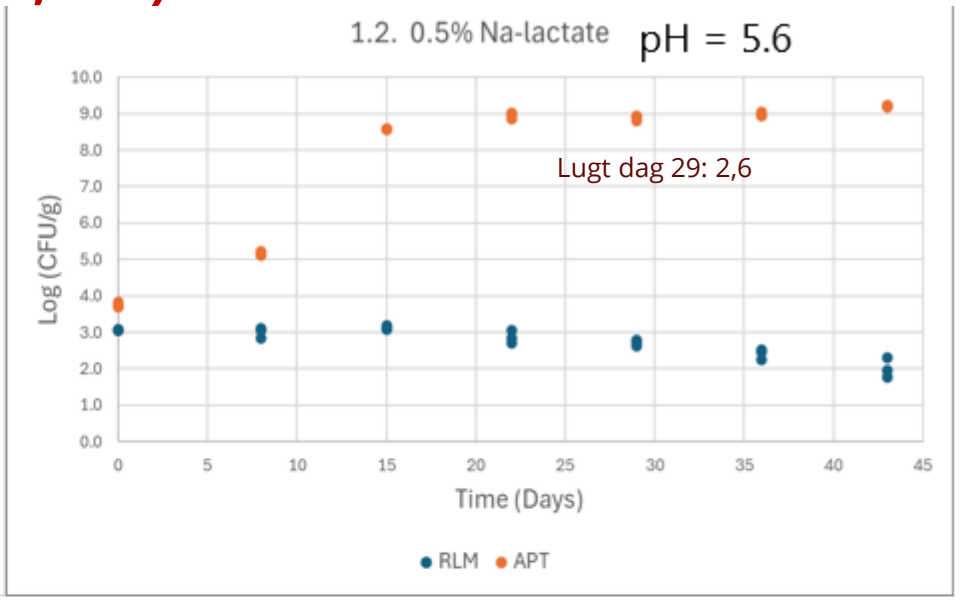


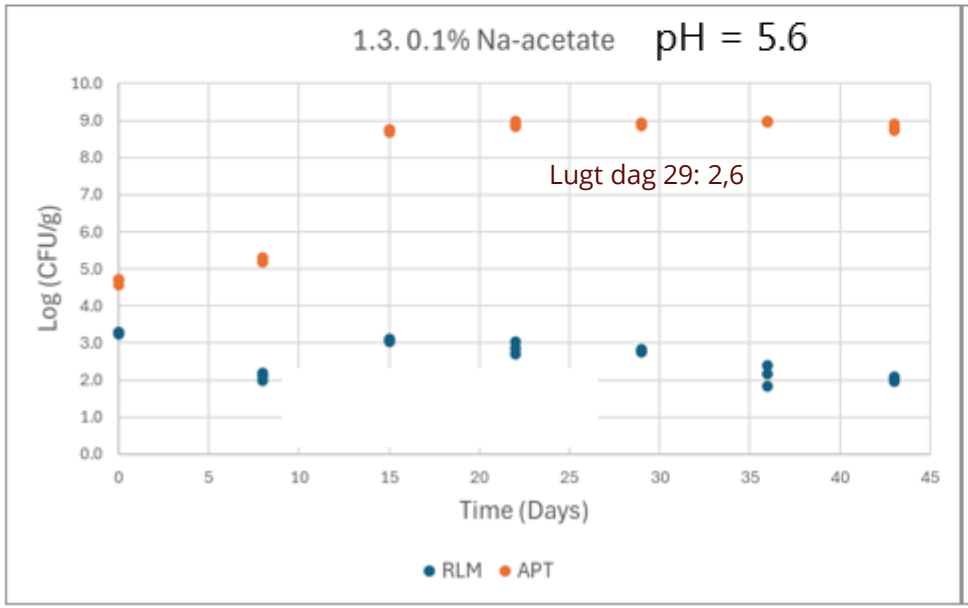
Plantefars 1 – vækst af naturlige bakterier

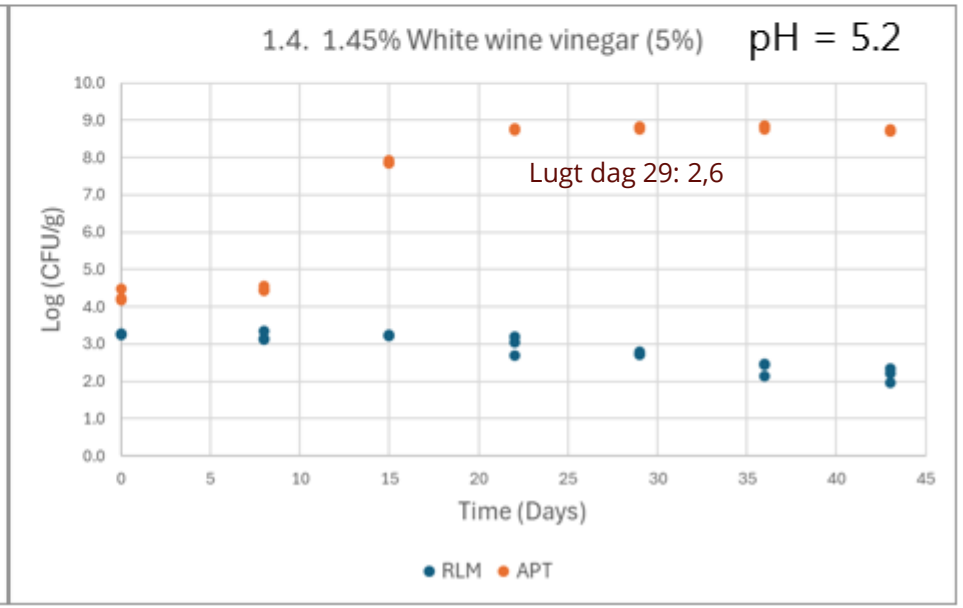
(pH 5,2-5,6; 1,2% NaCl, MAP, 5°C)

- Ingen vækst af listeria
- God vækst af den naturlige mikrobiota
- *Lactobacillus sakei* (16S)
- Holdbarhed (tid til log 7 hhv. log 9):
  - 1.1: 12/13 dage
  - 1.2: 12/15 dage (x1,2)
  - 1.3: 12/15 dage (x1,2)
  - 1.4: 14/22 dage (x1,7)
- Sensorik (dårlig lugt):
  - 1-2: accept
  - 3-4: ikke accept









Mikrobiel vækst i plantefars 2 (1,2% salt) – øge holdbarhed

Kemi:

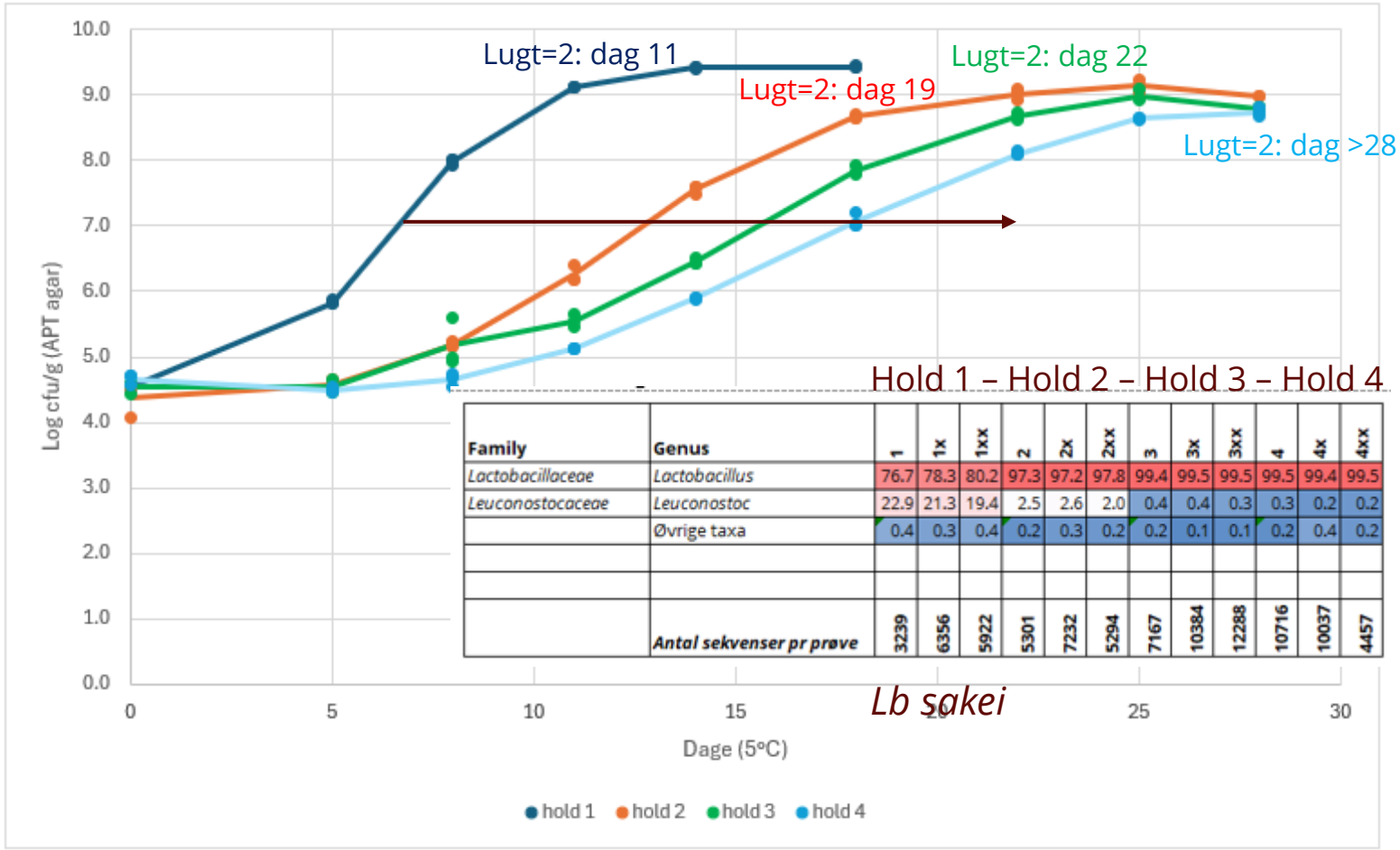
- H1: pH 5,5
- H2: pH 5,4 + 0,2% laktat + 0,4% acetat
- H3: pH 5,4 + 0,3% laktat +0,4% acetat
- H4: pH 5,4 + 0,4% laktat + 0,5% acetat

Holdbarhed (tid til log 7 hhv. log 9):

- H1: 7 / 11 dage
- H2: 12 / 22 dage (x1,7-2); (lugt=2: x1,7)
- H3: 16 / 25 dage (x2,3); (lugt=2: x2)
- H4: 18 / 28 dage (x2,5); (lugt=2: x2,5)

Sensorik (dårlig lugt):

- 1-2: accept
- 3-4: ikke accept



Family	Genus	1	1x	1xx	2	2x	2xx	3	3x	3xx	4	4x	4xx
Lactobacillaceae	*Lactobacillus*	76.7	78.3	80.2	97.3	97.2	97.8	99.4	99.5	99.5	99.5	99.4	99.5
Leuconostocaceae	*Leuconostoc*	22.9	21.3	19.4	2.5	2.6	2.0	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
	Øvrige taxa	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2
	Antal sekvenser pr prøve	3239	6356	5922	5301	7232	5294	7167	10384	12288	10716	10037	4457

Lb sakei

Falafler

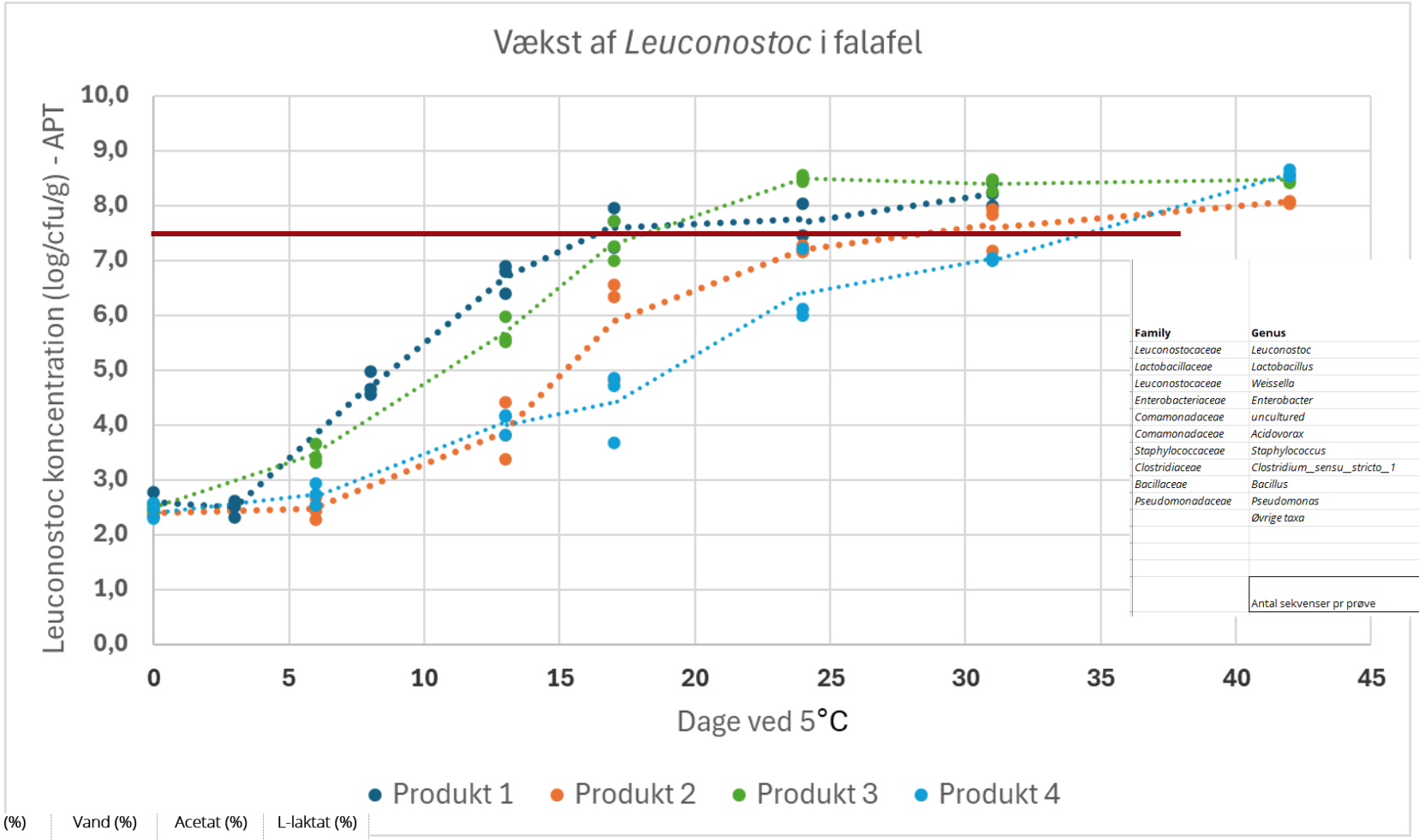
Leuconostoc



Syrerne reducerer vækst af *Leuconostoc* lidt

øger holdbarhed fx tid til log 7,5

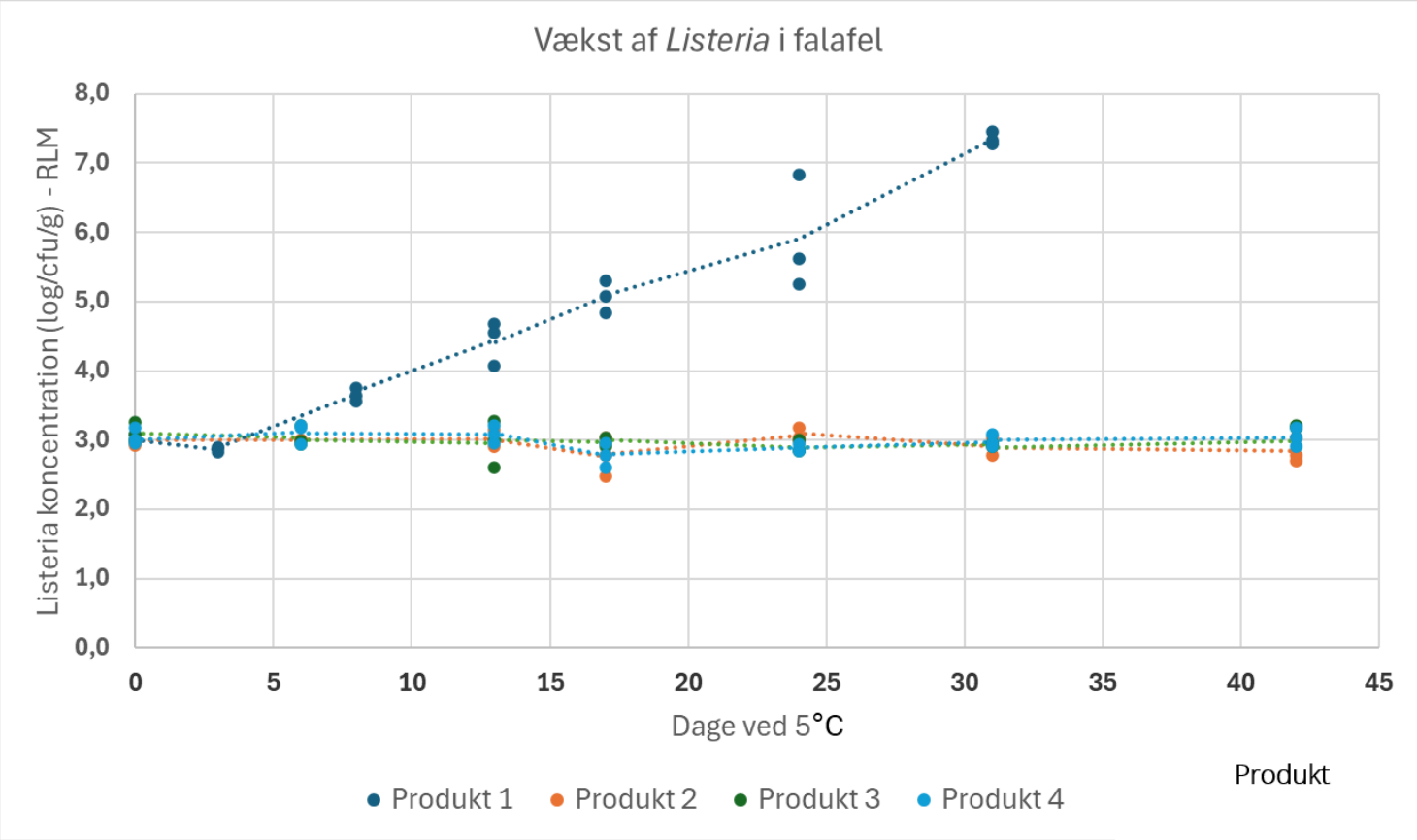
P1: kun salt
P2: 0,99% L-laktat
P3: 0,2% acetat
P4: 0,2% acetat, pH 5,3



Family	Genus	1 Leuco -31	1x Leuco -31	1xx Leuco -31	2 Leuco -42	2x Leuco -42	2xx Leuco -42	3 Leuco -42	3x Leuco -42	3xx Leuco -42	4x Leuco -42	4xx Leuco -42
Leuconostocaceae	*Leuconostoc*	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0
Lactobacillaceae	*Lactobacillus*	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Leuconostocaceae	*Weissella*	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Enterobacteriaceae	*Enterobacter*	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Comamonadaceae	*uncultured*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Comamonadaceae	*Acidovorax*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Staphylococcaceae	*Staphylococcus*	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clostridiaceae	*Clostridium_sensu_stricto_1*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bacillaceae	*Bacillus*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pseudomonadaceae	*Pseudomonas*	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Øvrige taxa	0,0	0,0	0,0	0,0	34,5	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Antal sekvenser pr prøve		15649	35662	12192	16005	29	25	14155	19059	15780	22304	24213

Produkt	pH	Salt (%)	Vand (%)	Acetat (%)	L-laktat (%)
1 (basis)	5,9	1,35	39,2	0,04	0,00
2 (1,3% Na-laktat)	6,0	1,25	39,8	0,03	0,99
3 (0,25% Na-acetat)	5,9	1,35	40,9	0,19	0,00
4 (3,6% æblecidereddike)	5,3	1,47	43,3	0,22	0,01

Syrerne hindrer vækst af *Listeria*



1) uden ekstra konservering
2) 1,3% natriumlaktat (2,5% laktat/vand)
3) 0,25% natriumacetat (0,46% acetat/vand)
4) 3,6% økologisk æblecidereddike (0,51% acetat/vand)

Produkt	pH	Salt (%)	Vand (%)	Acetat (%)	L-laktat (%)
1 (basis)	5,9	1,35	39,2	0,04	0,00
2 (1,3% Na-laktat)	6,0	1,25	39,8	0,03	0,99
3 (0,25% Na-acetat)	5,9	1,35	40,9	0,19	0,00
4 (3,6% æblecidereddike)	5,3	1,47	43,3	0,22	0,01

Planteposte j

Vækst af listeria (syrer, fermentat)

Pakkegas og rønnebær (skimmel)







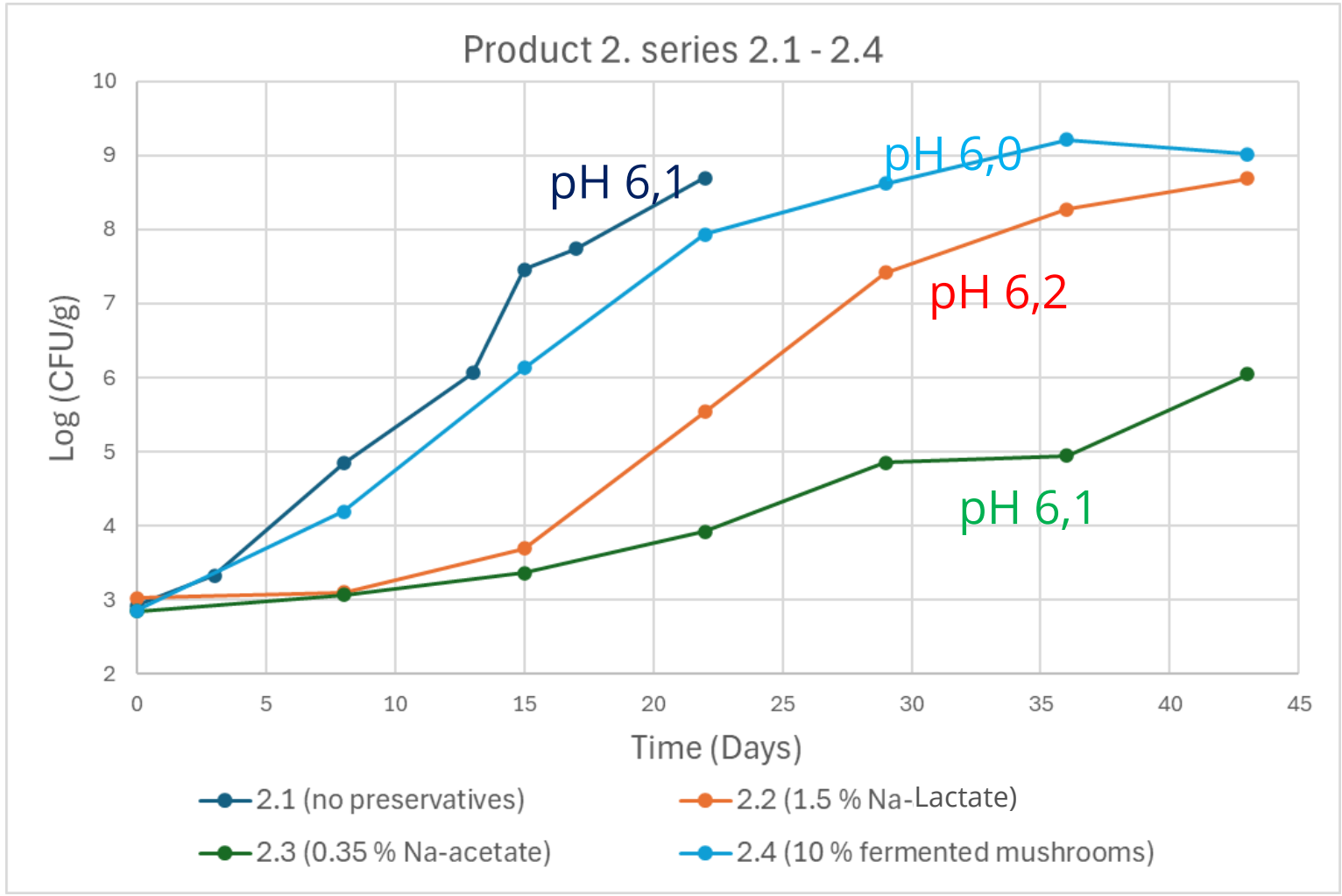


Planteposte j – vækst af Listeria

(pH 6,0-6,2; 1,3-1,4% salt; MAP; 5°C)

- Listeria vokser godt
- 0,35% Na-acetat mest effektiv
- Mindst effekt af fermenterede svampe
- Holdbarhed (tid til 1 log vækst):
  - 2.1: 5 dage
  - 2.4: 7 dage (x1,5)
  - 2.2: 16 dage (x3)
  - 2.3: 22 dage (x4)

	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



Bertam Stybe, Bachelor

Plantepostej: Sorbinsyre og pakkegas effektiv til at hæmme vækst af gær og skimmel



- Varmebehandlet plantefars
- Varierende indhold af sorbinsyre (**rønnebær**)
- Podet med 7 forskellige gær og skimmel
- Pakket aerobt og i MAP (30/70 CO_2/N_2)



Konservering	Dage til synlig vækst af første hhv. sidste gær/skimmel (n=4)				pH Postej hhv. gele
	Aerob pakning		MA-pakning		
	Første	Sidste	Første	Sidste	
1. Ingen sorbinsyre	10	21	24	>28	6,0
2. sorbinsyre i fars (LAV)	15	>28	>28	>28	4,9
3. sorbinsyre i fars (HØJ)	15	>28	>28	>28	4,4
4. sorbinsyre i overflade (mos, HØJ)	14	>27	>27	>27	3,4/4,8
5. sorbinsyre i overflade (gele, LAV)	14	>27	27	>27	3,6/5,2
6. sorbinsyre i overflade (gele, HØJ)	16	>27	>27	>27	3,6/4,9

- Især svært at hæmme vækst af *Penicillium* med sorbinsyre og lavt pH

Gryderet

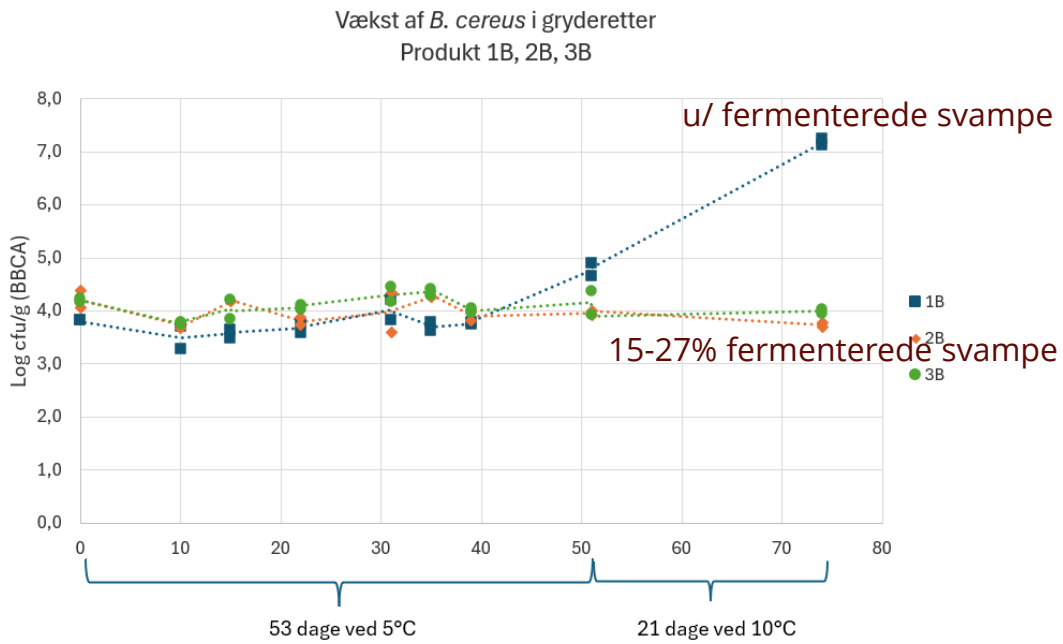
Bacillus

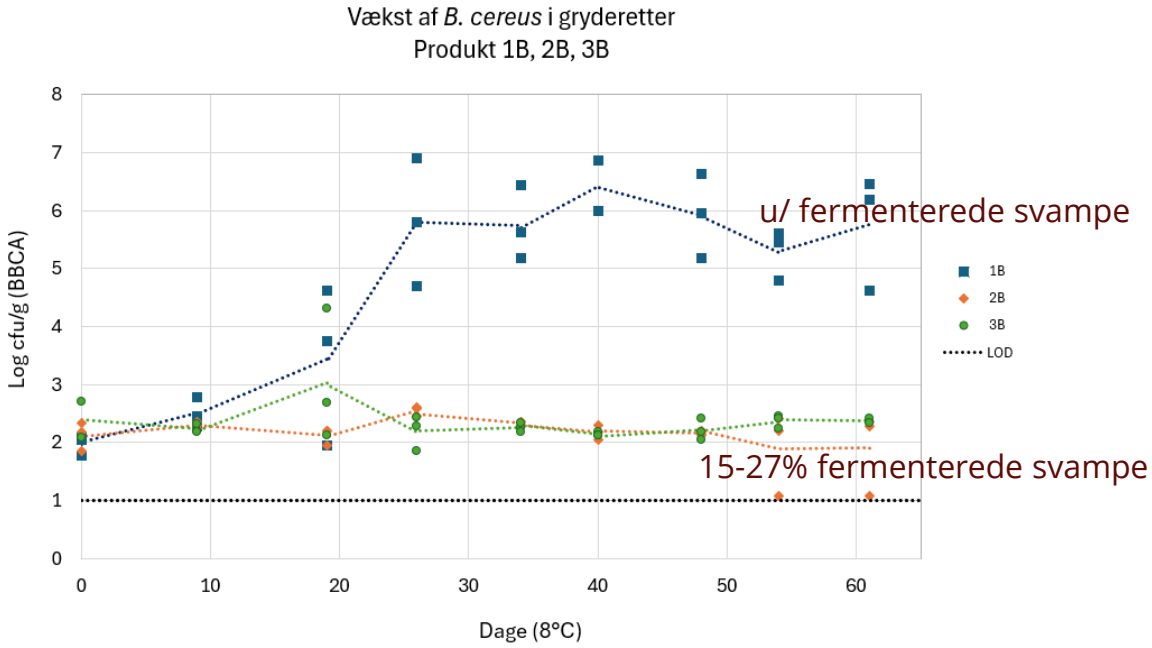




Fermenterede svampe hæmmer vækst af *Bacillus* i gryderetter

- Friske svampe erstatter med 15% hhv. 27% svampefermentat





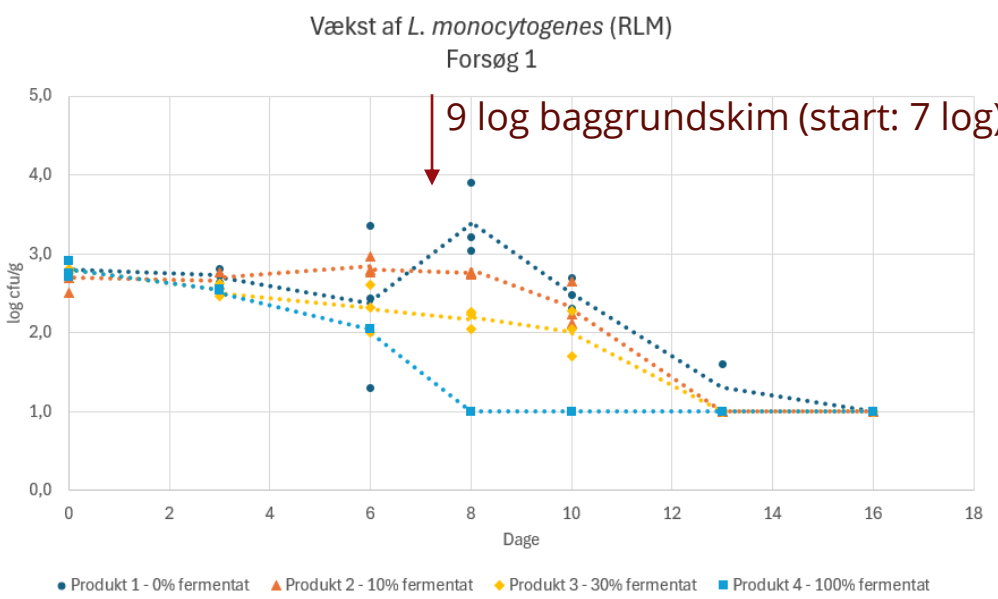
Produkt	pH	Salt (%)	Vand (%)	Acetat (%)	L-laktat (%)
1 (0%)	5,5	1,1	84	0,03	0,15
2 (15%)	5,4	1,4	80	0,05	0,33
3 (27%)	5,1	1,2	83	0,06	0,34

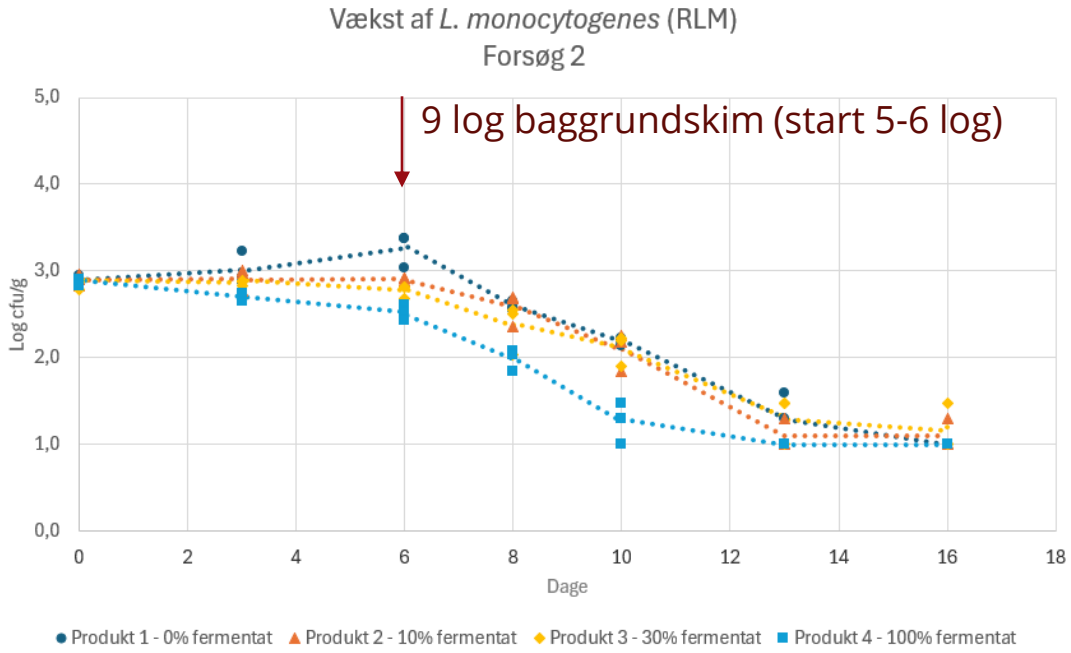
Produkt	pH	Salt (%)	Vand (%)	Acetat (%)	L-laktat (%)
1 (0%)	5,6	0,8	79	0,05	0,19
2 (15%)	5,2	0.9	84	0,06	0,24
3 (27%)	5,1	0,8	83	0,06	0,22

- Kombineret effekt af pH, laktat og andre bioaktive forbindelser

Listeria vokser ikke i coleslaw

Vækst hæmmes sandsynligvis af andre bakterier





Forsøg	Produkt	pH	Salt (%)	Vand (%)	Acetat (%)	L-laktat (%)
1	1 (0%)	6,3	0,00	90,8	0,02	0,00
1	2 (10%)	6,0	0,00	90,8	0,03	0,00
1	3 (30%)	5,4	0,00	91,2	0,06	0,00
1	4 (100%)	4,6	0,00	92,0	0,13	0,03

Forsøg	Produkt	pH	Salt (%)	Vand (%)	Acetat (%)	L-laktat (%)
2	1 (0%)	6,2	0,00	90,3	0,01	0,00
2	2 (10%)	6,1	0,00	90,5	0,03	0,00
2	3 (30%)	5,6	0,00	91,0	0,05	0,00
2	4 (100%)	4,6	0,00	92,4	0,13	0,02

Beregninger versus challengetest

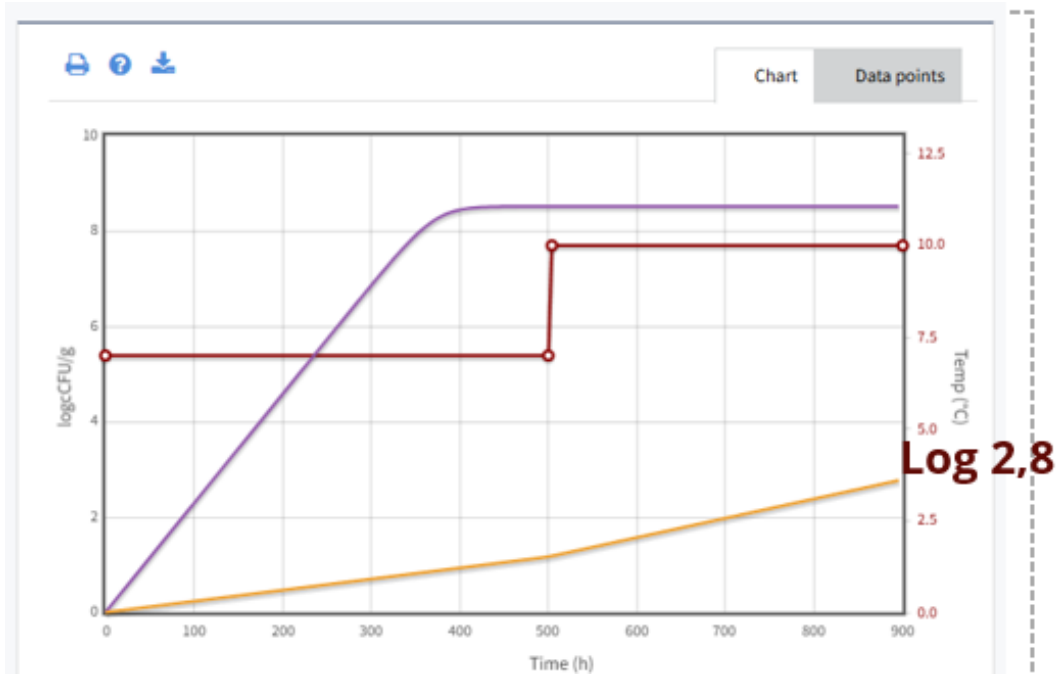
Coleslaw

Plantefars

Plantepostej

Falafler

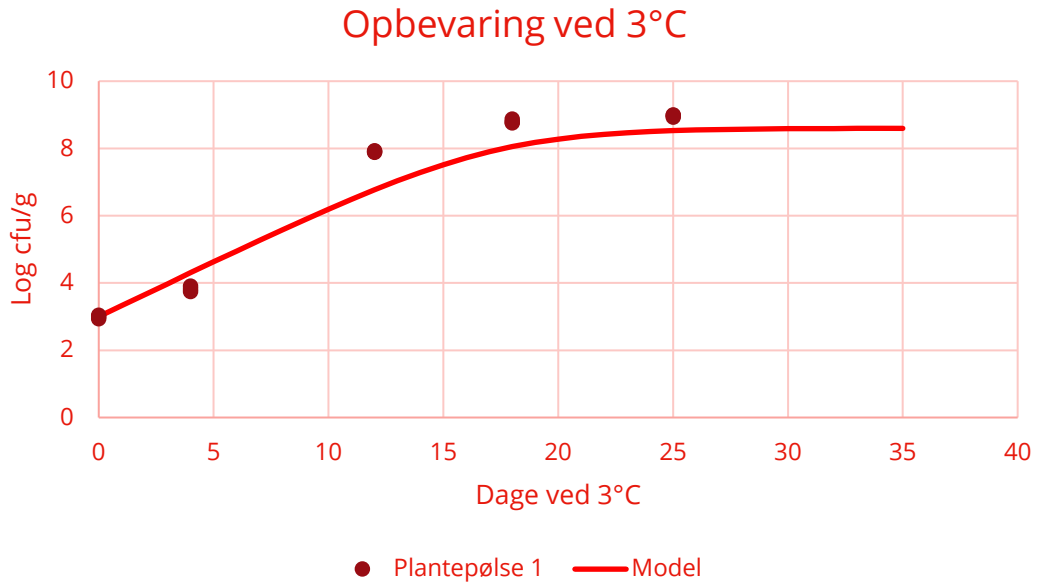


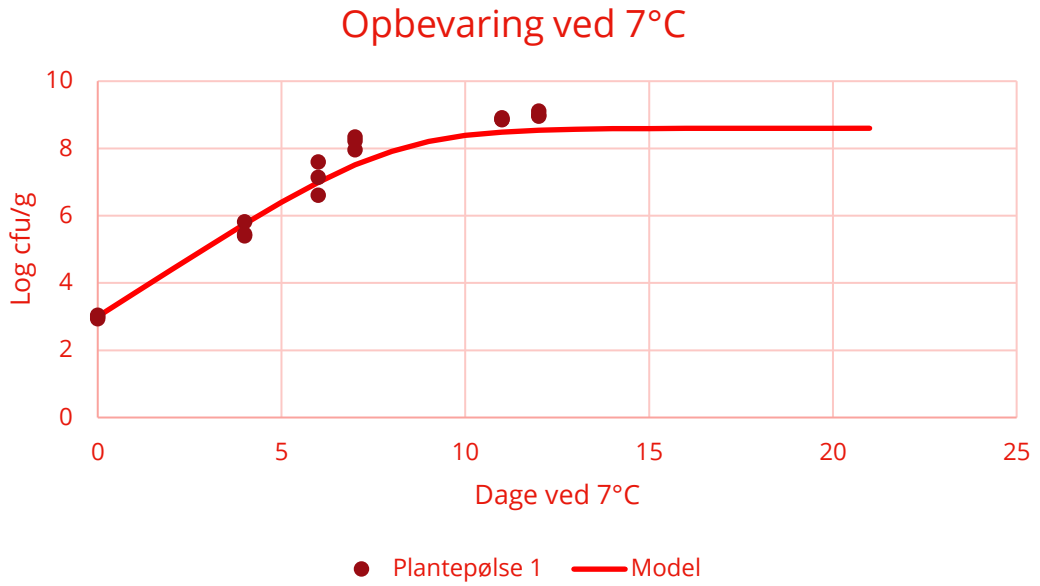


Log 2,8

Vækstmodel Leuconostoc

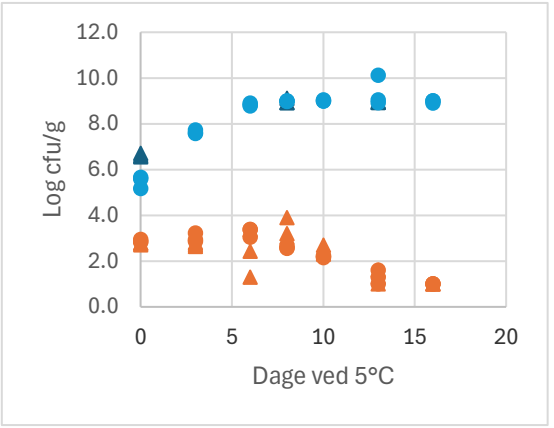
- Model for vækst af Leuconostoc i MA-pakket kødpålæg (kartoffelmel, dextrose)
- 14 forskellige Leuconostoc stammerne indsamlet fra pustet kødpålæg
- Næsten samme vækst i plantepålæg (planteprotein, plantefibre, stivelse)

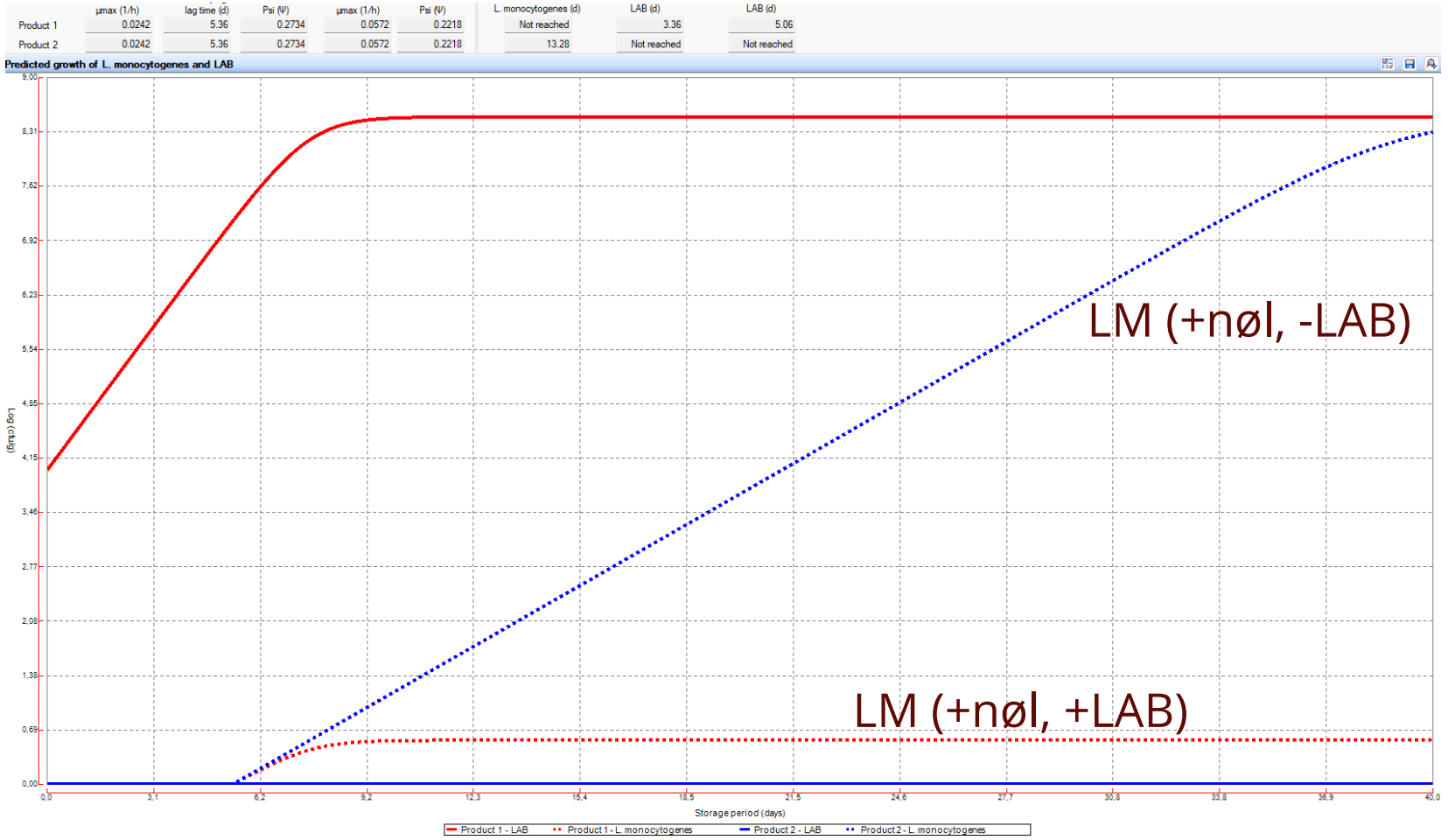




2% salt/vand, pH 6,6

FSSP – simulering af coleslaw forhold



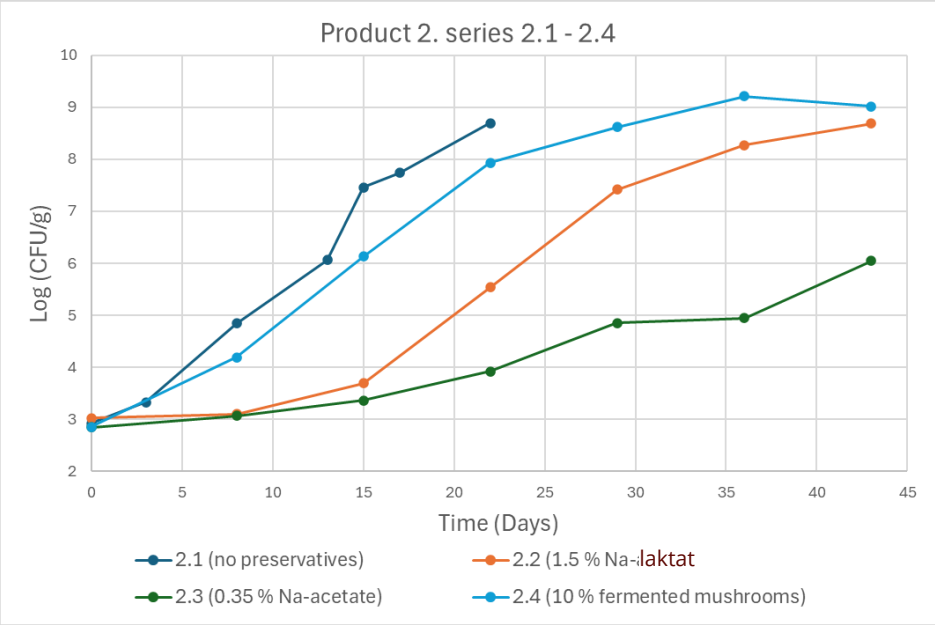


<u>Med nølefase</u> og

- 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 prædikteret vækst

eksempel bagt planteposte j – 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-**62**	54-**60**	57-**63**	59-**62**
Challengetest:				
2 log	**7 dg**	**20 dg**	**30 dg**	**12 dg**

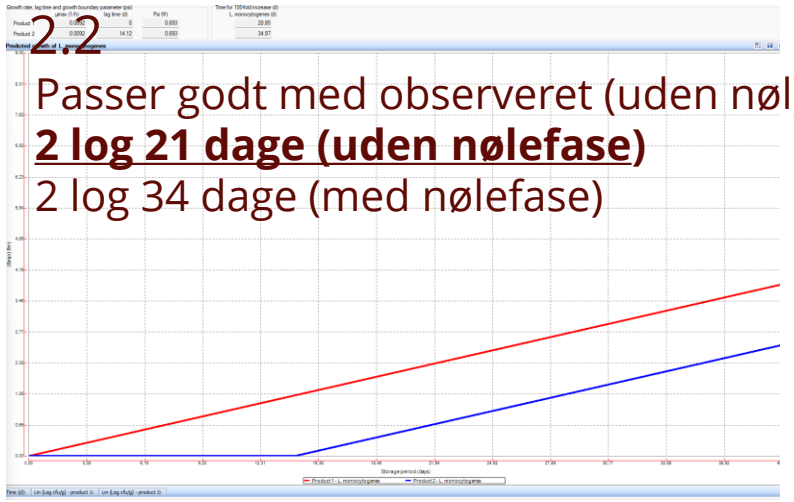


2.1

Lidt hurtigere vækst observeret

2 log 9 dage (uden nølefase)

2 log 15 dage (med nølefase)



2.2

Passer godt med observeret (uden nøl)

2 log 21 dage (uden nølefase)

2 log 34 dage (med nølefase)



2.3

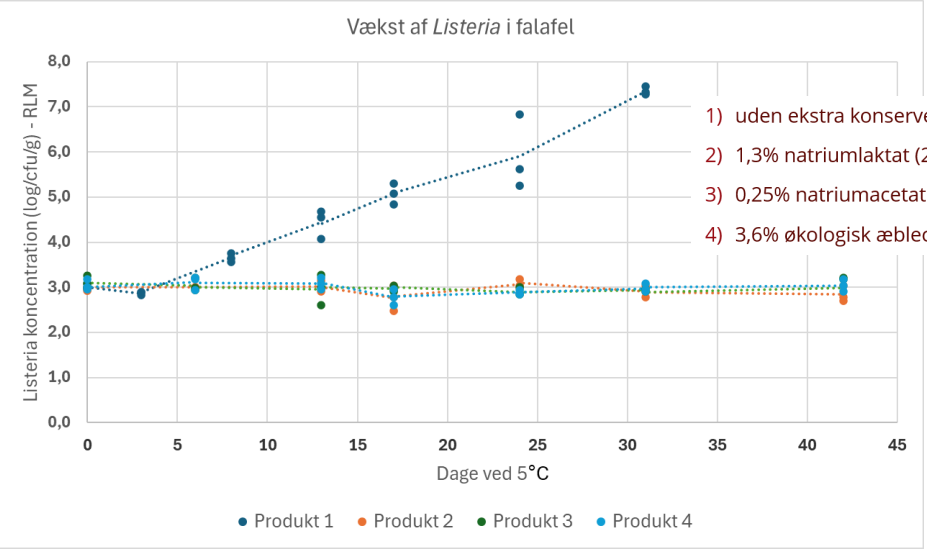
Passer godt med observeret (uden nøl)

2 log 28 dage (uden nølefase)

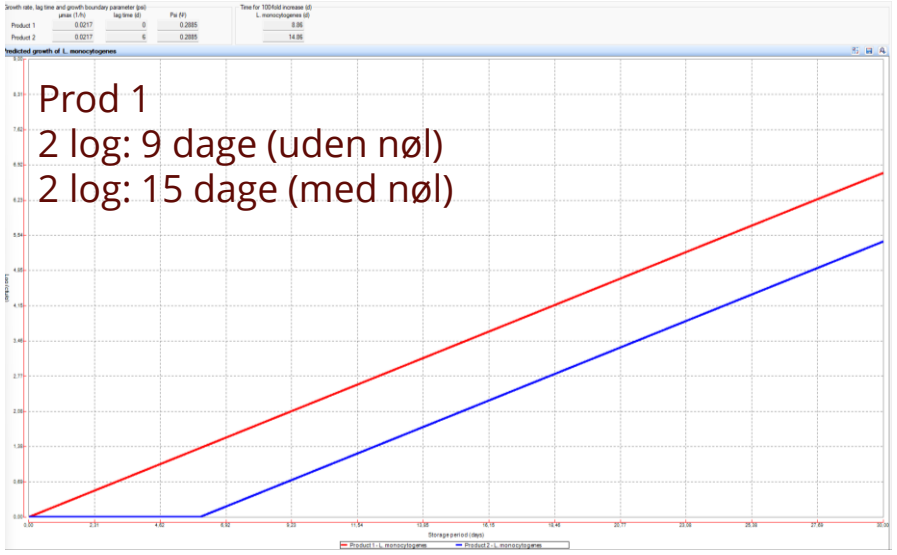
2 log nås ikke (med nølefase)

Målt vækst og prædikteret 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 2 log	10 dg 17 dg	Ingen vækst	Ingen vækst	Ingen vækst
FSSP med nølefase:				
1 log 2 log	11 dg 15 dg	Ingen vækst	Ingen vækst	NA



<u>Produkt 1:</u>
God prædiktion med nølefase

<u>Produkt 2, 3 og 4:</u>
Stabiliserede produkter
Både med challengetest og beregnet

Tak for opmærksomheden

Webinaret er blevet til med finansiel støtte fra Svineafgiftsfonden, Plantefonden, Innovationsfonden samt Uddannelses- og Forskningsstyrelsen

Svineafgiftsfonden

Uddannelses- og Forskningsstyrelsen

Innovationsfonden

FONDEN FOR PLANTEBASEREDE FØDEVARER



Nanna Bygvraa Svenningsen
Senior konsulent
Fødevaresikkerhed og Kvalitet
E nbs@teknologisk.dk
M +45 72 20 11 66
www.teknologisk.dk



Anette Granly Koch
Faglig leder
Fødevaresikkerhed og Kvalitet
E aglk@teknologisk.dk
M +45 72 20 25 39
www.teknologisk.dk



Gudrun Margret Jónsdóttir
Konsulent
Fødevaresikkerhed og Kvalitet
E gmjr@teknologisk.dk
M +45 72 20 30 35
www.teknologisk.dk

Foretrækker Bakterier kød eller grønt?



Teknologisk Institut
Fødevaresikkerhed og -kvalitet
Gregersensvej 9, 2630 Taastrup

Spice up your feed with food innovation

Følg os på LinkedIn

Tilmeld dig vores nyhedsbrev

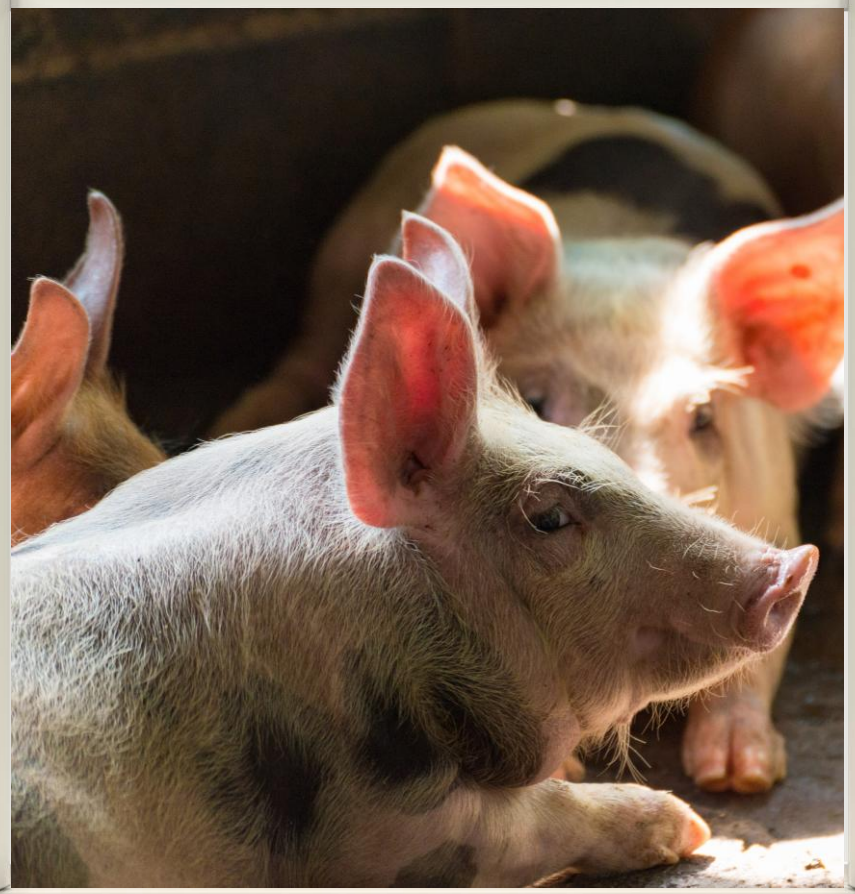







Udsigt til indsigt

– en webinarserie om fødevaresikkerhed og -kvalitet



TEKNOLOGISK INSTITUT

Næste webinar

Tirsdag d. 24. Januar 2027

Brug af teknologi til måling og forbedring af dyrevelfærd, der også forbedrer kvaliteten af produktet

Ekspert:
Claus Hansen

- Tilmelding via kursussiden

På gensyn!