

Setup for accelereret holdbarhedstest



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Setup for accelereret holdbarhedstest



Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 9
2630 Taastrup
DMRI

15. februar 2023

Forfatter: Anette Granly Koch og Nanna Bygvraa Svenningsen



Indholdsfortegnelse

Sammendrag	4
Introduktion	6
Formål	6
Baggrund	6
DMRI-metoden	6
Test af DMRI-metoden for MA-pakket pålæg	11
Overblik over gennemførte test	11
Resultater	11
Diskussion	20
Konklusion	21
Test af DMRI-metoden for vakuumpakket fersk grisekød	23
Overblik over gennemførte test	23
Resultater	23
Diskussion	34
Konklusion	34
Samlet konklusion for pålæg og ferskkød	35
Referencer	35
Test af slicet MA-pakket pålæg	37
Forsøg 1. Rullepølse og kødpølse (5, 15 og 20°C)	37
Forsøg 2. Kødpølse med/uden grøntsager samt høj og lav konservering (5, 10, 15, 20 og 25°C) ..	44
Forsøg 3. Skinke, Mettwurst og Vego (5, 15 og 20°C)	58
Forsøg 4. Skinke, hamburgerryg og frikadellepølse (3, 5 og 8°C)	66
Test af fersk kød	72
Forsøg 1. Nakke- og hoftekød (-1, 3, 5, 10 og 12°C)	72
Forsøg 2. Nakke- og hoftekød (-1, 3, 5, 10 og 12°C)	81
Forsøg 3. Nakke- og kamkød (-1, 3, 5 og 12°C)	91
Anvendte analyser	103
Mikrobiologiske kintal (6,5°C og 20°C)	103
Sensoriske bedømmelser (lugt på skalaen 1-4)	103
Florasammensætning (16S sekventering)	103



Sammendrag

Formål

Projektets formål er at undersøge, om det er muligt at udvikle accelererede holdbarhedstest, så kødindustrien hurtigere kan få dokumentation for, hvorvidt nye produkter kan distribueres med øget holdbarhed på køl.

Konklusion – pålæg

Baseret på de gennemførte test vurderes det at være muligt at gennemføre accelererede holdbarhedstest på slicet MA-pakket pålæg, hvis følgende er opfyldt:

- Den accelererede temperatur øges fra 5°C til maks. 10°C.
- De pakker, der analyseres på, er ensartede i forhold til kontamineringsgraden ved slicening og pakning.
- Forsøgene planlægges, så det er muligt at aflæse tiden til maksimalt kimtal eller sensorisk fordærv.
- En virksomhed bør fastlægge Q_{10} for egne produkter. Q_{10} kræver gennemførelse af holdbarhedstest ved 3 forskellige temperaturer.
- Vær opmærksom på, at produkter med høj og lav konservering kan have forskellige Q_{10} -værdier. Jo højere konservering, jo højere Q_{10} -værdi.
- Vær opmærksom på, at brug af grøntsager, især stivelse, kan påvirke Q_{10} . Jo mere stivelse/sukker, jo lavere Q_{10} .
- Hvis den accelererede test skal bruges til at give et fingerpeg om holdbarhed i forbindelse med produktudvikling, kan Q_{10} -værdier på 2-3 anvendes til at få et groft estimat for mikrobiel vækst, og en Q_{10} på 1,6-2 til estimering af sensorisk holdbarhed.
- Brug af accelererede holdbarhedstest til dokumentation overfor kunder og myndigheder kræver et stort dokumentationsarbejde for produktet/produktkategorien.

Konklusion – fersk kød

Baseret på de gennemførte test vurderes det at være svært/umuligt at gennemføre accelererede holdbarhedstest på vakuumpakket fersk grisekød opbevaret ved -1°C fordi:

- Den bakterieflora, som vokser frem i pakker ved -1°C, er meget forskellig fra den identificeret ved de højere temperaturer.
- De beregnede Q_{10} -værdier for samme produkttype (hoftekød) fra samme virksomhed, men udtaget på forskellige dage, er 3 hhv. 6.
- De beregnede Q_{10} -værdier for samme produkttype (nakkekød) er ca. 6 fra samme virksomhed, men kun 3 for kød udtaget fra en anden virksomhed

Derimod er det måske muligt at gennemføre accelererede test for vakuumpakket grisekød opbevaret ved 3-5°C; men den accelererede temperatur må maksimalt være 10°C.



Hvis man har behov for at få et hurtigt svar på holdbarheden af vakuumpakket fersk kød, er de bedste råd:

- Brug i stedet DMRIPredict, som kan beregne mikrobiel vækst og sensorisk udvikling i fordærv ved -1°C til 7°C.
- Undgå at lave accelererede test ved temperaturer, som er mere end ca. 5°C højere end den ønskede distributionstemperatur.
- Undersøg, om Q_{10} er ens ved flere test. Og vis ved 16S-sekventering, at den dominerende mikroflora er ens. Q_{10} kræver gennemførelse af holdbarhedstest ved 3 forskellige temperaturer.
- Hvis den accelererede test blot skal bruges til at give et fingerpeg om holdbarhed i forbindelse med produktudvikling, kan Q_{10} -værdier på 4 anvendes til at få et groft estimat af sensorisk holdbarhed; men med den bemærkning, at værdier på op til 9 er beregnet.
- Det er ikke muligt at give et bedste bud på Q_{10} for mikrobiel vækst. For én virksomhed er den 3-4 (2 produkter), mens den for en anden varierer mellem 3 og 6.



Introduktion

Formål

Projektets formål er at undersøge, om det er muligt at udvikle accelererede holdbarhedstest, så kødindustrien hurtigere kan få dokumentation for, hvorvidt nye produkter kan distribueres med øget holdbarhed på køl.

Baggrund

Øget vækst i kødindustrien omfatter salg på fjerne markeder, hvor forbrugerne gerne vil købe danskproducerede varer, som er kendt for høj kvalitet og fødevarer sikkerhed. Salg af fersk kød og kødprodukter på fjerne markeder kræver lang transporttid og derfor lang holdbarhedstid af produkterne. Holdbarhedstest er ressource- og tidskrævende, og i forhold til produkter med lang holdbarhed er der ofte et udtalt ønske om at kunne gennemføre accelererede holdbarhedstest fx ved at hæve temperaturen. Dette kan imidlertid være vanskeligt ift. mikrobiologien, da forskellige bakterier vokser frem ved forskellige temperaturer. Derved er der risiko for, at sammensætningen af bakterier ændres i den accelererede test og derfor ikke kan sammenlignes med en test ved lavere temperatur, da dokumentation for sammenhænge mangler. I den farmaceutiske industri benyttes accelererede holdbarhedstest på lægemidlers stabilitet, og der findes formler, som anvender begrebet relativ holdbarhed, hvor holdbarhedstid ved én temperatur omregnes til holdbarhedstid ved en anden temperatur.

I forhold til fødevarer har der i mange år været en tommelfingerregel, som siger, at når temperaturen halveres, fordobles holdbarheden. I softwaren FSSP (Food Spoilage and Safety Predictor) findes der en række modeller, som beregner "relative spoilage rate" for forskellige fiskeprodukter fx varmtvandsfisk, koldt vandsfisk, kogte marinerede rejer og koldrøget laks. Har man fx et produkt som kogte rejer, der har en holdbarhed på 28 dage ved 15°C, da viser modellen, at produktet vil have en holdbarhed på 125 dage ved 5°C eller 265 dage ved 0°C. Om der er en tilsvarende sammenhæng mellem temperatur og holdbarhed for fersk kød og pålæg vides ikke.

Projektet tager udgangspunkt i den viden, der ligger bag de farmaceutiske test og de produktspecifikke modeller for relativ holdbarhed (FSSP), og undersøger, om der er perspektiver i at udvikle et eller flere setup for accelererede holdbarhedstest, der gælder for forskellige kategorier af fersk kød og pålæg.

DMRI-metoden

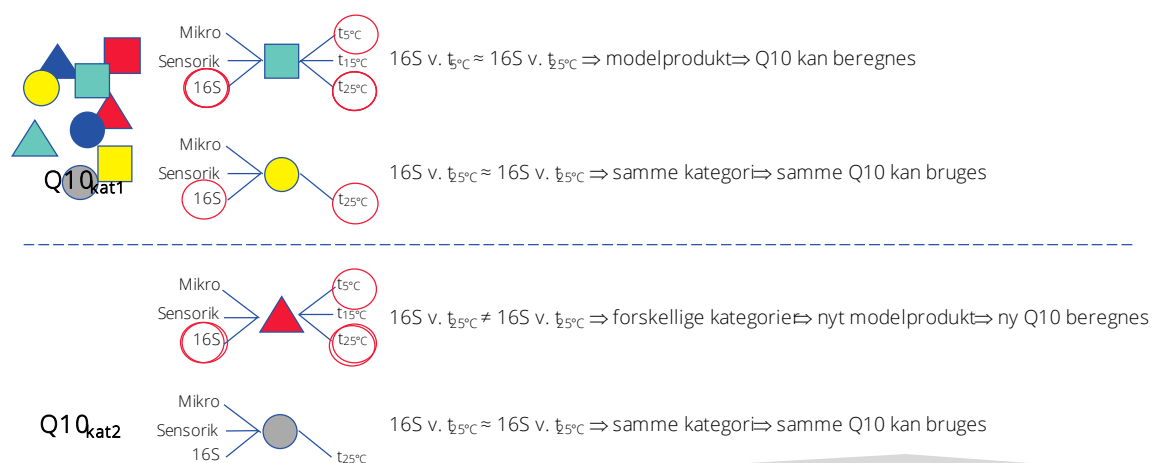
Med udgangspunkt i et litteraturstudium (ikke publiceret) er følgende udviklet som en mulig metode for gennemførelse af accelererede holdbarhedstest.



DMRI-metoden er baseret på følgende:

- Måle mikrobiel vækst/tid til uacceptabelt kimtal. Data fra holdbarhedsforsøg testes i DMFit, og tid til et givent kimtal fx 6 log cfu/g eller 7 log cfu/g aflæses. Her definerer en virksomhed, hvad der er kvalitetsparameteren i forhold til kunder m.m.
- Måle sensorisk udvikling/tid til fordærv. Data fra holdbarhedsforsøg testes i DMFit, og tid til en given sensorisk score fx 4 og 5 aflæses. Her definerer en virksomhed, hvad der er kvalitetsparameteren i forhold til kunder m.m.
- Fastlæggelse af Q_{10} for et produkt eller en gruppe af ens produkter. Parameteren Q_{10} fastlægges ved at gennemføre holdbarhedsforsøg, hvor sensorisk og mikrobiologisk vækst undersøges ved 3-5 temperaturer. Andre relevante kvalitetsparametre kan eventuelt også indgå, hvis de er begrænsende for produktets holdbarhed og kan måles.
- Bevise, at det mikrobielle fordærv, sensoriske fordærv eller anden kvalitetsparameter ved en accelereret temperatur er identisk med fordærvet ved den ønskede opbevaringstemperatur.

DMRI metode (ASLT): Q_{10} (mikrobiologi og lugt) + 16S (mikrobiom analyse)



Figur 1. Illustration af DMRI-metoden. ASLT = Accelerated Shelf Life Test

Temperatur

Holdbarhed af kødprodukter er i høj grad afhængig af, hvilke mikroorganismer der vokser under de givne betingelser. Her er især temperatur en væsentlig faktor. En gængs holdning er, at ASLT (Accelerated Shelf Life Test), hvor der accelereres via øget temperatur, ikke kan benyttes for fødevarer med kort holdbarhed, der opbevares ved køletemperaturer, da forskellige mikroorganismer vil være dominerende ved forskellige temperaturer (Zweep, 2015). Dette er dog ikke nødvendigvis sandt for alle fødevarer.



Temperatur er den faktor, der oftest benyttes til at accelerere nedbrydningen/fordærvet af et produkt. Forholdet mellem temperatur og en kemisk reaktion (altså nedbrydningshastigheden/hastigheden, hvormed et produkt fordærves) af et produkt kan karakteriseres ved Arrhenius-modellen. Arrhenius-modellen er den kinetiske model, der oftest benyttes til at relatere hastigheden af en kemisk reaktion til temperaturændringer.

Arrhenius-ligningen:

$$K = K_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right),$$

hvor K er reaktionshastigheden, K_0 er en konstant, E_a er aktiveringsenergien (den energi, der skal bruges for at starte en reaktion), R er gaskonstanten, og T er den absolutte temperatur. Hvor meget en stigning i temperatur vil påvirke hastigheden af en reaktion, afhænger af, hvor stor E_a er, altså hvor meget energi der skal benyttes til at starte reaktionen.

Hvis E_a for en reaktion kendes, kan reaktionshastigheden (nedbrydningshastigheden/hastigheden, hvormed et produkt fordærves) ved en given temperatur beregnes ud fra reaktionshastigheden/nedbrydningshastigheden målt ved en accelereret test ved en enkelt forhøjet temperatur (Mizrahi, 2000). Omvendt kan E_a udledes fra et plot over den naturlige logaritme til reaktionshastigheder (fordærvelses-hastighed) som funktion af $1/\text{temperatur}$ (se eksempel i figur 2). Aktiveringsenergien kan udledes ud fra hældningen på den rette linje (Labuza og FU, 1993).

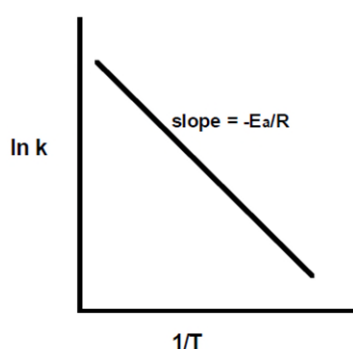


Figure 19.2 Arrhenius plot

Figur 2. Arrhenius-plot, der viser sammenhæng mellem reaktionshastighed (/nedbrydningsrate/fordærvelses-hastighed/holdbarhed) og temperatur (fra Shimono & Labuza, 2000).



En anden faktor, der kan benyttes til at bestemme holdbarheden ved en given temperatur ud fra accelererede data, er den såkaldte **Q₁₀-værdi**.

Ud fra Arrhenius-ligningen kan man beregne, hvor meget en reaktions hastighed øges, hvis temperaturen øges med 10°C. Denne værdi kaldes Q₁₀ og beskriver forholdet mellem hastigheden af en reaktion, der foregår ved temperaturen T, og en reaktion, der foregår ved temperaturen T+10°C (dvs. $Q_{10} = \frac{\text{reaktionshastighed ved } T+10^{\circ}\text{C}}{\text{reaktionshastighed ved } T_1}$ eller $Q_{10} = \frac{\text{holdbarhed ved } T_1}{\text{holdbarhed ved } T+10^{\circ}\text{C}}$) (Shimono & Labuza, 2000).

Sammenhæng mellem Q₁₀ og Arrhenius-modellen kan beskrives ved ligningen:

$$Q_{10} = \frac{\exp\left(\frac{E_a}{R(T+10)}\right)}{\exp\left(\frac{E_a}{RT}\right)} = \exp\left(\frac{10E_a}{RT(T+10)}\right)$$

Q₁₀ afhænger altså af aktiveringsenergien, E_a, som for mikroorganismer afhænger af fx det omgivende miljø. I en fødevarer vil E_a altså bl.a. afhænge af salt, konservering og pH.

Temperatur er en af de vigtigste miljøfaktorer i forhold til påvirkning af vækst og viabilitet af mikroorganismer. Temperatur påvirker længden af mikroorganismernes lagfase, deres vækstrate, det totale celleantal til slut, deres krav til næringsforhold og den enzymatiske og kemiske komposition af fødevarer (Labuza og FU, 1993).

Da de biokemiske processer, der fører til vækst af bakterier (replikation af DNA før celledeling m.v.), kan ses som kemiske processer, gælder Arrhenius-ligningen i mange tilfælde også for sammenhængen mellem temperatur og vækst af fordærvelsesbakterier (Shimono & Labuza, 2000).

I dette tilfælde beskriver aktiveringsenergien E_a, hvor følsom væksten af bakterierne er for temperaturstigning, altså hvor meget en temperaturstigning vil få bakterierne til at vokse.

Q₁₀'s følsomhed overfor beregning af holdbarhed ved en anden temperatur

Når Q₁₀ kendes for et produkt eller en produktgruppe, kan værdien anvendes til at omregne en holdbarhed ved en accelereret temperatur til holdbarhed ved en ønsket lavere distributionstemperatur. Et eksempel ses i figur 3.



$$Q_{10}^{\left(\frac{T_{acc}-T}{10}\right)} = \frac{\text{Holdbarhed ved } T}{\text{Holdbarhed ved } T_{acc}}$$

$$\text{Holdbarhed ved } T = Q_{10}^{\left(\frac{T_{acc}-T}{10}\right)} * \text{Holdbarhed ved } T_{acc}$$

$$\text{Holdbarhed ved } 2^{\circ}\text{C} = Q_{10}^{\left(\frac{20^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{C}}{10}\right)} * 6 \text{ dage} = 39,1 \text{ dage}$$

$$\text{Holdbarhed ved } 5^{\circ}\text{C} = Q_{10}^{\left(\frac{20^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}}{10}\right)} * 6 \text{ dage} = 28,6 \text{ dage}$$

Figur 3. Eksempel på beregnet holdbarhed ved 2°C og 5°C ud fra Q₁₀-værdien 2,83 og målt holdbarhed på 6 dage ved 20°C.

Q₁₀-værdiens nøjagtighed har stor betydning for estimeret holdbarhed ved en anden temperatur. Nogle eksempler er givet i tabel 1 og 2, hvor det antages, at holdbarheden ved en accelereret temperatur på 15°C er 6 hhv. 20 dage, og Q₁₀ varierer fra 2-5,5. Eksemplet viser, at en variation i Q₁₀ på 0,5 giver en variation på 3 dage (i estimeret holdbarhed ved 5°C, når holdbarheden ved 15°C er 6 dage), mens det giver en variation på 10 dage i estimeret holdbarhed ved 5°C, når holdbarheden ved 15°C er 20 dage.

Tabel 1. Beregnet holdbarhed ved forskellige Q₁₀-værdier. Holdbarhed ved 15°C = 6 dage.

Q ₁₀	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Estimeret holdbarhed ved 5°C	12	15	18	21	24	27	30	33
Estimeret holdbarhed ved 2°C	15	20	25	31	36	42	49	55

Tabel 2. Beregnet holdbarhed ved forskellige Q₁₀-værdier. Holdbarhed ved 15°C = 20 dage.

Q ₁₀	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Estimeret holdbarhed ved 5°C	40	50	60	70	80	90	100	110
Estimeret holdbarhed ved 2°C	49	66	83	102	121	141	162	183

I projektet er DMRI-metoden testet på forskellige slags pålæg og vakuumpakket fersk kød for at identificere, hvor ensartet Q₁₀ er for forskellige slags pålæg og for forskelligt vakuumpakket fersk kød; samt for at identificere hvor begrænsningen er for accelerering ved brug af temperatur. I det følgende beskrives resultaterne fra test med MA-pakket pålæg, og dernæst beskrives resultaterne fra test med vakuumpakket fersk kød. I bilag 1-7 vises data, som indgår i vurderingerne.



Test af DMRI-metoden for MA-pakket pålæg

Overblik over gennemførte test

DMRI-metoden er testet for anvendelighed på pålæg ved følgende forsøg:

- A. Slicet MA-pakket rullepølse og kødpølse fra hver sin fabrik lagret ved 5, 15 og 20°C (bilag 1)
- B. Slicet MA-pakket kødpølse med og uden 30% grøntsager lagret ved 5, 10, 15, 20, 25°C (produceret på DMRI, slicet på to forskellige virksomheder) (bilag 2)
- C. Slicet MA-pakket pålæg. Tre forskellige slags fra samme virksomhed (bilag 3)
- D. Slicet MA-pakket pålæg. Tre forskellige fra hver sin fabrik. Lagret ved 3, 5 og 8°C (projekt Kvalihøj) (bilag 4)
- E. Data fra DMRI Predict – shelf life of processed meat

Resultater

Data fra de gennemførte test kan ses i bilag 1-4. I det følgende vises kun de beregnede Q_{10} -værdier samt identifikation af dominerende flora ved udløb/fordærv.

Bestemmelse af Q_{10} ud fra kimtal målt under lagring ved forskellige temperaturer

Den anvendte procedure ved brug af data fra forsøgene:

Ved databehandlingen blev DMFit anvendt til at bestemme tid til log 6 hhv. log 7. Kun dataserier, hvor kimtal ved første udtag under lagringen (t_1) har et kimtal under 7 log, blev anvendt. Hvis kimtallet er 7 log eller derover, er det ikke muligt at fastlægge den nøjagtige tid, til at dette kimtal nås, og det er ikke muligt at beregne en Q_{10} -værdi for kimtallene.

I tabel 3 ses de beregnede Q_{10} -værdier for de forskellige typer pålæg, der er testet. Tabellen viser også produktkarakteristika, samt hvilke temperaturer der er anvendt til beregningen af Q_{10} .

For beregningerne af tid til log 6 cfu/g og log 7 cfu/g med DMRI Predict modellen "processed meat" ses, at Q_{10} -værdierne bliver systematisk forskellige, alt afhængig af om der er tilsat nitrit (Q_{10} : 3,0-3,2), nitrit+organiske syrer (Q_{10} : 2,1-2,4) eller kun organiske syrer (Q_{10} : 5,0-5,6). Saltkoncentrationen har ikke betydning for Q_{10} . Disse beregninger indikerer, at produktkategorier med forskellig konserveringsprofil, i forhold til brug af nitrit og organiske syrer, kan have forskellige Q_{10} -værdier.

Der er kun få data fra forsøgene, som kan anvendes til beregning af Q_{10} for kimtal. De få, der er beregnet, varierer fra 1,8 til 4,3 (tid til log 6) eller fra 1,8 til 4,0 (tid til log 7). Der er ikke væsentlig forskel på, om der anvendes psykrotroft kimtal (BHI v/6,5°C i 10 dage) eller mesofilt kimtal (ATP v/20°C i 5 dage). Ligeledes er der for de fleste forsøg ikke stor forskel på, om der regnes på tid til log 6 eller tid til log 7.



Table 3. Q₁₀ for microbial growth in cooked sliced ham.

Produkt	Psy- krotroft startkim Log cfu/g)	Mesofilt startkim (log cfu/g)	Tempera- tur (°C), som ind- går i Q ₁₀	Q ₁₀ (psy- krotrofe kimal)	Tempera- tur (°C), som ind- går i Q ₁₀	Q ₁₀ (me- sofile kim- tal)
Forsøg 1. Rullepølse (virk A) (salt, nitrit)	1,3-2,8	2,2-2,3	5, 15, 20	Log 6: 2,5 Log 7: 2,2	5, 15, 20	Log 6: 2,3 Log 7: 2,0
Forsøg 1. Kød-pølse (virk B) (salt, nitrit, sy- rer)	<1	<1-1,3	ND	ND	ND	ND
Forsøg 2. Kød-pølse T1 (virk A) (salt, nitrit)	1,5-2,1	1,0-2,0	5, 10, 15, 25	Log 6: 1,9 Log 7: 1,8	5, 10, 15, 25	Log 6: 1,8 Log 7: 1,9
Forsøg 2. Kød-pølse T2 (virk A) (salt, nitrit, laktat)	1	<1	ND	ND	ND	ND
Forsøg 2. Kød-pølse T3 (virk A) (salt, nitrit, grønt)	<1	1	ND	ND	ND	ND
Forsøg 2. Kød-pølse T4 (virk A) (salt, nitrit, laktat, grønnt)	<1-1	1,3-1,6	ND	ND	ND	ND
Forsøg 2. Kød-pølse S3 (virk C) (salt, nitrit, grønnt)	1,3-1,7	1,8-2,1	ND	ND	ND	ND
Forsøg 3. Skinke (virk C) (salt, nitrit, syrer)	1,0-2,4	2,2-3,1	5, 15, 20	Log 6: 3,5 Log 7: 3,9	5, 15, 20	Log 6: 3,5 Log 7: 3,7
Forsøg 3. Mettwurst (virk C) (salt, nitrit, syrer)	<1-1,5	1,3-1,6	15, 20	Log 6: 4,3 Log 7: ND	15, 20	Log 6: 3,9 Log 7: 4,1
Forsøg 3. Vego ³⁾ (virk C) (salt, syrer, pH 5,2)	1,3-1,5	2,2-2,7	15, 20	ND	15, 20	Log 6: 4,0 Log 7: 2,1
Forsøg 4. Røg famili- eskinke (virk D) (salt, nitrit)	<1	<1-1	3-5-8	Log 6: nd Log 7: nd	ND	ND
Forsøg 4. Hamburg- gerryg (virk E) (salt, nitrit)	<1-1	<1	3-5-8	Log 6: nd Log 7: nd	ND	ND



Produkt	Psy- kroft startkim Log cfu/g)	Mesofilt startkim (log cfu/g)	Tempera- tur (°C), som ind- går i Q ₁₀	Q ₁₀ (psy- kroftrofe kimal)	Tempera- tur (°C), som ind- går i Q ₁₀	Q ₁₀ (me- sofile kim- tal)
Forsøg 4. Frikadelle- pølse (virk F=A) (salt, laktat)	1,3-2,2	<1-1,6	3-5-8	Log 6: 3,8 Log 7: 3,9	ND	ND
DMRIPredict data, startkimal: 1 log cfu/g; temperatur 2, 5 og 8°C						
				Q ₁₀ fra modeldata		
2,9% salt/vand + syrer + nitrit (P1)				Log 6: 2,2	Log 7: 2,4	ND
2,9% salt + nitrit (P2)				Log 6: 3,2	Log 7: 3,2	ND
2,9% salt/vand + syrer (P4)				Log 6: 5,6	Log 7: 5,5	ND
4,3% salt/vand + syrer + nitrit (P6)				Log 6: 2,1	Log 7: 2,4	ND
4,3% salt/vand + nitrit (P7)				Log 6: 3,0	Log 7: 3,1	ND
4,3% salt/vand + syrer (P5)				Log 6: 5,0	Log 7: 5,1	ND
5,0% salt/vand + nitrit (P3)				Log 6: 3,0	Log 7: 3,2	ND
5,0% salt/vand+ syrer (P8)				Log 6: 5,3	Log 7: 5,3	ND
5,0% salt/vand+ syrer + nitrit (P9)				Log 6: 2,1	Log 7: 2,2	ND

T1 og T2 er uden grøntsager; T3 og T4 er med grøntsager; T2 og T4 er tilsat Na-laktat, hvilket ikke er tilsat T1 og T3, som kun er tilsat salt og nitrit. De øvrige produkter er kommercielle produkter, hvor konservering ikke er opgivet.

ND: kan ikke beregnes, da første kimal (t1) ved de accelererede temperaturer er over 7 log cfu/g, eller der ikke er en ret linje i ln-plottet.

a) Ingen vækst i Vego ved 5°C

P1-P9: ID på beregninger med DMRIPredict ([Y:\Projects\P2009643_SAF_96_Set-up for accelereret holdbarheds-test\Fagligt\Forsøg_Test af DMRI metoden\Q10 med DMRIpredict processed meat.xlsx](Y:\Projects\P2009643_SAF_96_Set-up_for_accelereret_holdbarheds-test\Fagligt\Forsøg_Test_af_DMRI_metoden\Q10_med_DMRIpredict_processed_meat.xlsx))

Delkonklusion – Q₁₀ på kimal for pålæg

Data fra DMRIPredict indikerer, at konservering med nitrit og organiske syrer har stor betydning for, hvilken Q₁₀-værdi der fås. Saltkoncentrationer mellem 2,9 og 5% salt/vand ser ikke ud til at have betydning.

De begrænsede data fra forsøg med produkter indikerer, at der er forskel på Q₁₀ fra virksomhed til virksomhed. Virksomhed A har Q₁₀-værdier på 1,8-2,5, mens virksomhed C har Q₁₀-værdier fra 3,5-4,3. MEN her skal det bemærkes, at produkterne slicet på virksomhed A kun er tilsat nitrit, mens produkterne slicet på virksomhed C er tilsat nitrit og organiske syrer.

En forklaring på, at Q₁₀ ser ud til at blive højere for produkter tilsat høj mængde konservering, kan måske tilskrives hurdlekonceptet, idet en høj grad af konservering næsten vil hindre vækst ved lav temperatur, men ved højere temperatur vil der være vækst. Her får temperaturen stor betydning. Men ved lav



konservering, hvor der er vækst ved alle temperaturer, bliver betydningen af temperatur relativt mindre, fordi der er vækst ved alle temperaturer.

Det er ikke muligt at konkludere, om tilsætning af grøntsager påvirker Q_{10} for mikrobiel vækst.

Bestemmelse af Q_{10} ud fra sensoriske bedømmelser målt under lagring ved forskellige temperaturer

Den anvendte procedure ved brug af data fra forsøgene:

Ved databehandlingen blev de sensoriske data for lugt anvendt. Karakterskalaen, som blev anvendt, var 1-4, hvor 1 var frisk og 4 meget fordærvet. Flere dommere bedømte hvert produkt, og middelværdien pr. produkt blev ganget med 2. Det betyder, at lavest mulige score er 2, og højest mulige score er 8. DMFit blev anvendt til at modellere udviklingen i disse data. Den model, DMFit valgte, blev anvendt, og herfra blev tiden til lugt=4 hhv. lugt=5 aflæst. Kun dataserier, hvor den sensoriske score var under 4 ved første udtag (ikke tid=0) under lagringen (t_1), blev anvendt. Hvis den sensoriske score er 4 (uacceptabel lugt) eller derover ved første udtag(t_1), er det ikke muligt at fastlægge den nøjagtige tid, til at denne score nås, og det er ikke muligt at beregne en Q_{10} -værdi for sensorikbedømmelserne.

I tabel 4 ses de beregnede Q_{10} -værdier for de forskellige typer pålæg, der er testet. Tabellen viser også produktkarakteristika, samt hvilke temperaturer der er anvendt til beregningen af Q_{10} .

Data fra DMRI Predict viser, at Q_{10} -værdierne for lugt=4 eller lugt=5 er meget ens for pålæg med forskellig konservering. Variationen i de beregnede Q_{10} -værdier for lugt svinger kun mellem 1,4 og 1,6, hvilket ikke giver store variationer i de estimerede holdbarhedstider ved fx 2°C ud fra en værdi ved 8°C. Med $Q_{10}=1,4$ hhv. 1,8 fås holdbarhedstider på 24 hhv. 28 dage ved 2°C, hvis holdbarheden ved 8°C er 20 dage.

Der er kun få data fra forsøgene, som kan anvendes til beregning af Q_{10} for sensorisk holdbarhed. De få, der er, varierer fra 1,9 til 2,9 (tid til lugt 4) eller fra 1,6 til 2,5 (tid til lugt 5). For de fleste forsøg er der ikke væsentlig forskel på, om der regnes på tid til lugt=4 eller tid til lugt=5; men for mange produkter nås en lugt=5 ikke. Derfor er tiden til lugt=4 bedst egnet.

For virksomhed A varierer Q_{10} beregnet for lugt=4 mellem 2,1 og 2,9. Hvis holdbarheden ved fx 20°C er målt til 11 dage, vil det betyde, at holdbarheden ved 5°C er 33 dage hhv. 54 dage. Det er en ret stor spredning på estimatet.



Table 4. Q₁₀ for sensorisk fordærv i kogt, slicet pålæg.

Produkt	Psy- krotroft startkim Log cfu/g)	Mesofilt startkim (log cfu/g)	Tempera- tur (°C), som ind- går i Q ₁₀	Q ₁₀ (Lugt=4)	Tempera- tur (°C), som ind- går i Q ₁₀	Q ₁₀ (Lugt = 5)
Rullepølse (virk A) (salt, nitrit)	1,3-2,8	2,2-2,3	5, 20	2,6	5, 15, 20	ND
Kødpølse (Virk B) (salt, nitrit+syrer)	<1	<1-1,3	5, 15, 20	ND	5, 15, 20	ND
Kødpølse T1 (virk A) (salt, nitrit)	1,5-2,1	1,0-2,0	5, 10, 15, 25,	2,9	5, 10, 15	2,2
Kødpølse T2 (virk A) (salt, nitrit, laktat)	1	<1	5, 10, 20, 25	2,1	ND	ND
Kødpølse T3 (virk A) (salt, nitrit, grønt)	<1	1	5, 25	2,1	5, 15, 25	2,3
Kødpølse T4 (virk A) (salt, nitrit, laktat, grønt)	<1-1	1,3-1,6	ND	ND	5, 10	2,5
Kødpølse S3 (virk C) (salt, nitrit, grønt)	1,3-1,7	1,8-2,1	ND	ND	ND	ND
Skinke (virk C) (salt, nitrit, syrer)	1,0-2,4	2,2-3,1	(5), 15, 20	(5,4) 1,9(u/5°C)	15, 20	1,6
Mettwurst (virk C) (salt, nitrit, syrer)	<1-1,5	1,3-1,6	(5), 15, 20	(3,9) 2,0(u/5°C)	15, 20	1,9
Vego ^{a)} (virk C) (salt, syrer, pH 5,2)	1,3-1,5	2,2-2,7	ND	ND	ND	ND
Røg familieskinke (virk D) (salt, nitrit)	<1	<1-1	3, 5, 8	1,8	ND	ND
Hamburgerryg (virk E) (salt, nitrit)	<1-1	<1	3, 5, 8	3,3	ND	ND
Frikadellepølse (virk F =A) (salt, laktat)	1,3-2,2	<1-1,6	3, 5, 8	1,6	3, 5, 8	1,9
DMRIPredict data, startkimtal: 1 log cfu/g; temperatur 2, 5 og 8°C, Q ₁₀ fra modeldata						
				Lugt =4		Lugt=5
2,9% salt/vand + syrer + nitrit (P1)				1,5		1,4
2,9% salt + nitrit (P2)				1,7		1,5
2,9% salt/vand + syrer (P4)				1,6		1,5
4,3% salt/vand + syrer + nitrit (P6)				1,4		nd



4,3% salt/vand + nitrit (P7)		1,6		1,5
4,3% salt/vand + syrer (P5)		1,6		1,5
5,0% salt/vand + nitrit (P3)		1,5		nd
5,0% salt/vand+ syrer (P8)		1,6		1,5
5,0% salt/vand+ syrer + nitrit (P9)		nd		Nd

T1 og T2 er uden grøntsager; T3 og T4 er med grøntsager; T2 og T4 er tilsat Na-laktat, hvilket ikke er tilsat T1 og T3, som kun er tilsat salt og nitrit. De øvrige produkter er kommercielle produkter, hvor konservering ikke er opgivet.

ND: kan ikke beregnes, da lugt=4 ikke nås, eller lugt er over 4 ved første prøveudtag, eller der er ikke en ret linje i ln-plottet

a) Ingen vækst i Vego ved 5°C

P1-P9: ID på beregninger med DMRIpredict ([Y:\Projects\P2009643_SAF_96_Set-up_for_accelereret_holdbarheds-test\Fagligt\Forsøg_Test af DMRI metoden\Q10 med DMRIpredict processed meat.xlsx](Y:\Projects\P2009643_SAF_96_Set-up_for_accelereret_holdbarheds-test\Fagligt\Forsøg_Test_af_DMRI_metoden\Q10_med_DMRIpredict_processed_meat.xlsx))

Delkonklusion – Q₁₀ på lugtbedømmelser af pålæg

Q₁₀ for lugt=4 varierer mellem 1,6 og 3,3, og der er en del data, som ikke kan bruges, da fordærvet er indtrådt tidligere end forventet.

Q₁₀ for lugt=5 varierer mellem 1,9 og 2,5, og der er en del data, som ikke kan bruges, da fordærvet er indtrådt tidligere end forventet.

Data fra DMRIpredict giver Q₁₀-værdier, som kun varierer mellem 1,4 og 1,7. Der ser ikke ud til at være effekt af, hvilken konservering der er i produkterne.

De begrænsede data fra forsøg med produkter viser ikke nogen systematiske forskelle i Q₁₀ (lugt) mellem virksomheder, konservering eller produkter.

Det er ikke muligt at konkludere, om tilsætning af grøntsager påvirker Q₁₀ for sensorisk fordærv.

Florasammensætning ved de forskellige temperaturer

Når produkterne blev vurderet sensorisk uacceptable, eller ved udløb af forsøget, blev den dominerende bakterieflora bestemt med 16S rRNA sekventering.

I tabel 5 ses, hvilke bakterier der er dominerende i pålæg fra de forskellige forsøg lagret ved forskellige temperaturer.

Tabellen viser, at hvis prøver, som normalt opbevares ved 5°C, lagres ved 15°C, 20°C og 25°C, vil der i mange tilfælde være vækst af bakterier, som ikke vil være årsag til fordærv/vækst ved 5°C.

Derimod ser det ud til, at en fordobling af lagringstemperaturen fra 5°C til 10°C er en mulighed. I alle de gennemførte forsøg har der ikke været signifikant forskel på den dominerende bakterieflora ved 5°C og 10°C i slicet MA-pakket pålæg.



Tabel 5. Dominerende bakterier (>10% af totale antal) (genus-niveau) i pålægspakker ved udløb (fordærv eller afslutning af forsøg). Parentes angiver (antal pakker med dominans/total antal pakker testet). Rød tekst angiver, at florasammensætningen er visuel og/eller statistisk forskellig fra den fundet ved 5°C.

Produkt	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	Konklusion 16S
Rullepølse (virk A) (salt, nitrit) 3 pakker testet	<i>Carnobacterium</i> (2/3) <i>Weissella</i> og <i>Leuconostoc</i> (1/3)	ND	<i>Carnobacterium</i> (1/3) <i>Lactobacillus</i> (1/3) <i>Weissella</i> (1/3)	<i>Carnobacterium</i> (3/3) <i>Lactobacillus</i> (1/3) <i>Leuconostoc</i> (1/3)	ND	OK, men ingen fordærv
Kødpølse (Virk B) (salt, nitrit+syrer) 3 pakker testet	<i>Photobacterium</i> (2/3) <i>Leuconostoc</i> (1/3) <i>Lactobacillus</i> (3/3).	ND	<i>Photobacterium</i> (3/3) <i>Lactobacillus</i> (3/3) <i>Enterobacter</i> (1/3) Others (1/3)	<i>Photobacterium</i> (2/3) <i>Propionibacterium</i> (1/3) <i>Lactobacillus</i> (2/3) Others (1/3)	ND	OK, men ingen fordærv el- ler høje kimal
Kødpølse T1 (virk A) (salt, nitrit) 4-5 pakker testet	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (3/3) <i>Lactobacillus</i> (3/5)	<i>Leuconostoc</i> (4/4) <i>Carnobacterium</i> (2/4) <i>Lactobacillus</i> (3/4), Others (1/4)	<i>Leuconostoc</i> (5/5). <i>Vagococcus</i> (1/5) <i>Carnobacterium</i> (1/5) <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Hafnia</i> (1/5)	<i>Leuconostoc</i> (4/5) <i>Carnobacterium</i> (3/5) <i>Lactobacillus</i> (1/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (1/5) <i>Staphylococcus</i> (4/5) <i>Streptococcus</i> (2/5) <i>Proteus</i> (1/5) <i>Serratia</i> (1/5)	OK ved 5-20°C
Kødpølse T2 (virk A) (salt, nitrit, laktat) 5 pakker testet	<i>Leuconostoc</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5), <i>Lactobacillus</i> (2/5).	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5), <i>Lactococcus</i> (2/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5), <i>Lactobacillus</i> (4/5), <i>Carnobacterium</i> (1/5), <i>Lactococcus</i> (2/5).	<i>Leuconostoc</i> (5/5), <i>Lactobacillus</i> (1/5), <i>Lactococcus</i> (1/5), <i>Enterococcus</i> (3/5)	OK ved 5-10°C
Kødpølse T3 (virk A) (salt, nitrit) 5 pakker testet	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (4/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (4/5) <i>Weissella</i> (1/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (4/5) <i>Weissella</i> (2/5) <i>Lactococcus</i> (1/5)	OK ved 5-10°C



Produkt	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	Konklusion 16S
Kødpølse T4 (virk A) (nitrit+laktat) 5 pakker testet	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (4/5) <i>Lactobacillus</i> (4/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	OK ved 5-15°C
Kødpølse S3 (virk C) 4-5 pakker testet	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (4/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Leuconostoc</i> (4/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Weissella</i> (1/5)	<i>Leuconostoc</i> (2/4) <i>Lactobacillus</i> (4/4) Stigende forekomst af <i>Weissella</i> og <i>Pediococcus</i> (4/4)	ND	OK ved 5-10°C
Skinke (virk C) (salt, nitrit, syrer)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Enterococcus</i> (2/5)	ND	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Tetragenococcus</i> (4/5) <i>Enterococcus</i> (4/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Morganella</i> (1/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Tetragenococcus</i> (5/5) <i>Enterococcus</i> (2/5) <i>Vagococcus</i> (3/5)	ND	Dur ikke ved 15- 20°C. 10°C har måske været OK
Mettwurst (virk C) (salt, nitrit, syrer)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Pseudomonas</i> (1/5) Others (1/5)	ND	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (4/5) <i>Enterococcus</i> (1/5)	<i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5)	ND	OK
Vego ^{a)} (virk C) (salt, syrer, pH 5,2)	<i>Xanthomonas</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Weissella</i> (1/5) <i>Enterococcus</i> (3/5)	ND	<i>Lactobacillus</i> (4/4), <i>Corynebacterium</i> (4/4) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Propionibacterium</i> (1/5)	<i>Lactobacillus</i> (4/4), <i>Corynebacterium</i> (2/4) <i>Enterococcus</i> (1/4) <i>Propionibacterium</i> (4/4)	ND	Dur ikke ved 15- 20°C. 10°C har måske været OK



Produkt	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	Konklusion 16S
Røg familieskinke (virk D) (salt, nitrit)	Ingen bestemmelse af florasammensætning Data er fra et tidligere projekt (Kvalihøj)					
Hamburgerryg (virk E) (salt, nitrit)	Ingen bestemmelse af florasammensætning Data er fra et tidligere projekt (Kvalihøj)					
Frikadellepølse (virk F =A) (salt, lak- tat)	Ingen bestemmelse af florasammensætning Data er fra et tidligere projekt (Kvalihøj)					

For flere detaljer se [Y:\Projects\VP2009643_SAF_96_Set-up_for_accelereret_holdbarhedstest\Fagligt\Forsøg_Test_af_DMRI_metoden\Statistik på 16S data\Skema opsummering_16S.docx](Y:\Projects\VP2009643_SAF_96_Set-up_for_accelereret_holdbarhedstest\Fagligt\Forsøg_Test_af_DMRI_metoden\Statistik_på_16S_data\Skema_opsummering_16S.docx).

ND= er ikke testet

OK=Der er ingen statistisk eller visuel forskel på florasammensætning i produktet lagret ved forskellige temperaturer.

a) Ingen vækst i Vego ved 5°C



Diskussion

Resultaterne fra de gennemførte forsøg viser, at en accelereret holdbarhedstest for pålæg, der skal distribueres ved 5°C, som udgangspunkt ikke kan gennemføres ved højere temperaturer end 10°C. Ved højere temperaturer bliver der væsentligt flere forskellige bakterier blandt de dominerende, hvilket kan betyde, at hastigheden og typen af fordærv ændres, i forhold til hvad der foregår ved 5°C. Kun i ét forsøg har det været muligt at accelerere holdbarhedstesten helt op til 20°C.

Nogle kunder sætter krav til et bestemt maksimalt kimalt ved udløb. Hvis det overskrides, ønsker de ikke at købe og sælge produktet. Væksthastighed afhænger af, hvilken temperatur produktet opbevares ved, og Q_{10} er anvendt til at beskrive den sammenhæng. Resultaterne i tabel 3 viser, at produkter fra forskellige virksomheder har forskellige Q_{10} -værdier for mikrobiel vækst. I én virksomhed er der fundet Q_{10} -værdier på ca. 2, mens den er 3-4 for en anden virksomhed. Det er uvist, hvad årsagen er, men en mulig forklaring er måske, at de høje Q_{10} -værdier er fra produkter med en høj grad af konservering, og de lavere Q_{10} -værdier er fra produkter med mindre konservering. Det kan dels give forskelle i væksthastigheder, men også i hvilke bakterier der kan vokse og blive dominerende.

Af tabel 3 ses, at Q_{10} for tiden til log 6 eller log 7 ikke har kunnet fastlægges for mange af produkterne. Det skyldes, at væksten i pakkerne var hurtigere end forventet, og derfor var det ikke muligt at aflæse tiden til log 6 cfu/g hhv. log 7 cfu/g. Når man skal fastlægge Q_{10} for sine produkter, er det derfor vigtigt, at forsøget designes, så der er kimaltsanalyser til tiden 0, samt tider før det maksimale kimalt på ca. 7 log cfu/g nås.

En anden udfordring ved at anvende kimalt i accelererede holdbarhedstest er, når der i pakkerne er meget stor variation i kimalt. Det har der været i datasæt fra produkter, hvor startkimalt har været meget lavt (<10 cfu/g). I disse pakker er der gennem hele lagringsperioden pakker med kimalt under detektionsgrænsen samt spredte kimalt fra detektionsgrænsen og op til 6-7 log cfu/g. Det betyder, at der i nogle pakker ikke er forurenede med bakterier under slicening og pakning, mens der i andre har været en kontaminering, der har resulteret i vækst. For den type produktioner er det ikke muligt at anvende Q_{10} -konceptet til accelereret holdbarhedstest.

Hvis holdbarheden i stedet skal baseres på den sensoriske udvikling og fordærv i pakkerne, kræver det, at den dominerende bakterieflora i pålægspakkerne resulterer i sensorisk fordærv. Det er ikke altid tilfældet, når mælkesyrebakterier bliver dominerende. Der findes adskillige eksempler på, at mælkesyrebakterier som *Leuconostoc* og *Lactobacillus* kan findes i et antal på 7-8 log cfu/g, uden at påvirke produktens sensoriske egenskaber. Det er det, der udnyttes ved biokonservering, hvor en beskyttende kultur tilsættes produkterne i forbindelse med slicening. DMRI har tidligere vist, at flere isolater af *Leuconostoc carnosum* kan tilsættes kødpålæg (uden sukker) og inaktivere *Listeria monocytogenes*, uden at påvirke produktens sensoriske kvalitet under flere ugers lagring ved 5-10°C. I de gennemførte forsøg har der været produkter, som ikke fordærvede under de gennemførte lagringer, hvilket i nogle tilfælde var



relateret til lave kimtal ($< 6 \log \text{ cfu/g}$), og i andre tilfælde sandsynligvis pga. at den dominerende flora ikke kunne fordærve det pågældende produkt.

Andre udfordringer ved test af metoden til accelererede holdbarhedstest har været, at produkterne fordærvede hurtigere end forventet. Når det sker, er det ikke muligt at aflæse tiden til dårlig lugt fx lugt=4 eller lugt=5, og dermed kan holdbarheden ved de forskellige temperaturer ikke sammenlignes ved at beregne en Q_{10} .

Da den sensoriske holdbarhed i langt de fleste tilfælde er begrænset af mikrobiel vækst, er det en udfordring at lave accelererede holdbarhedstest, hvis der er stor variation i den mikrobielle udvikling i forskellige pålægspakker – altså hvis nogle pakker ikke er forurenede med bakterier under slicening og pakning, mens der i andre har været en kontaminering. Det giver vækst i nogle pakker og ikke i andre pakker. For den type produktioner er det ikke muligt at anvende Q_{10} -konceptet til accelereret holdbarhedstest.

I forhold til produktkategorier er der en tendens til, at Q_{10} (mikrobiel vækst) bliver højere, jo mere konservering der er i produkterne. Det betyder, at Q_{10} sandsynligvis vil være forskellig for produkter, der er stabiliseret mod vækst af *L. monocytogenes* og produkter, som kun er tilsat lidt salt og nitrit. For at konkludere endeligt på dette, bør der dog gennemføres flere forsøg.

I forhold til produkter med og uden grøntsager (30%) er der (baseret på forsøg 3) en lille tendens (2 serier, tabel 4) til, at Q_{10} (sensorik) er lavere for produktet tilsat grøntsager. Det kan måske også forklares med hurdlekonceptet, idet tilsætning af grøntsager med masser af stivelse giver bedre vækstbetingelser for nogle mælkesyrebakterier, der måske har svært ved omsætning af protein, men som er hurtige til at omsætte kulhydrater. Sammenligning af dominerende bakterieflora i produkter med og uden grønt (T1 versus T3 og S3 samt T2 versus T4) viser en tendens til, at produkter uden grønt har en lidt mere blandet bakterieflora af mælkesyrebakterier bl.a. *Carnobacterium*, *Leuconostoc* og *Lactobacillus*. I pølser med grønt ses kun *Leuconostoc* og *Lactobacillus*.

Konklusion

Baseret på de gennemførte test vurderes det at være muligt at gennemføre accelererede holdbarhedstest på slicet MA-pakket pålæg, hvis følgende er opfyldt:

- Den accelererede temperatur øges fra 5°C til maks. 10°C.
- De pakker, der analyseres på, er ensartede i forhold til kontamineringsgraden ved slicening og pakning.
- Forsøgene planlægges, så det er muligt at aflæse tiden til maksimalt kimtal eller sensorisk fordærv.
- En virksomhed bør fastlægge Q_{10} for egne produkter. Q_{10} kræver gennemførelse af holdbarhedstest ved 3 forskellige temperaturer.



- Vær opmærksom på, at produkter med høj og lav konservering kan have forskellige Q_{10} -værdier. Jo højere konservering, jo højere Q_{10} -værdi.
- Vær opmærksom på, at brug af grøntsager, især stivelse, kan påvirke Q_{10} . Jo mere stivelse/sukker, jo lavere Q_{10} .
- Hvis den accelererede test skal bruges til at give et fingerpeg om holdbarhed i forbindelse med produktudvikling, kan Q_{10} -værdier på 2-3 anvendes til at få et groft estimat for mikrobiel vækst, og en Q_{10} på 1,6-2 til estimering af sensorisk holdbarhed.
- Brug af accelererede holdbarhedstest til dokumentation overfor kunder og myndigheder kræver et stort dokumentationsarbejde for produktet/produktkategorien.



Test af DMRI-metoden for vakuumpakket fersk grisekød

Overblik over gennemførte test

DMRI-metoden er testet for anvendelighed på vakuumpakket fersk grisekød ved følgende forsøg:

- Vakuumpakkede skiver af nakkekød og hoftekød, lagret ved 5, 15, 20 og 25°C (fra virksomhed A) (bilag 5)
- Vakuumpakkede skiver af nakkekød og hoftekød, lagret ved -1, 3, 5, 10 og 15°C (fra virksomhed A) (bilag 6)
- Vakuumpakkede skiver af nakkekød og kam, lagret ved -1, 3, 5, 10 og 15°C (fra virksomhed B) (bilag 7)
- Prædiktioner med DMRIpredict, model Pork cut (vakuum), -1°C til 7°C

Resultater

Data fra de gennemførte test kan ses i bilag 5-7. I det følgende vises kun de beregnede Q_{10} -værdier samt variation i florasammensætning ved udløb/fordærv.

Bestemmelse af Q_{10} ud fra kimtal målt under lagring ved forskellige temperaturer

Den anvendte procedure ved brug af data fra forsøgene:

Ved databehandlingen blev DMFit anvendt til at bestemme tid til log 6 hhv. log 7. Kun dataserier, hvor kimtal ved første udtag under lagringen (t_1) har et kimtal under 7 log, blev anvendt. Hvis kimtallet er 7 log eller derover, er det ikke muligt at fastlægge den nøjagtige tid, til dette kimtal nås, og det er ikke muligt at beregne en Q_{10} -værdi for kimtallene.

I tabel 6 ses de beregnede Q_{10} -værdier for de forskellige typer fersk kød, der er testet. De temperaturer, hvorved der har været anvendelige data, er vist i tabellen. De fleste data fra forsøgene giver pæne rette linjer i plottet af LN (antal dage til kimtal eller lugt). Men i forsøg 2 hoftekød er der ingen pæn ret linje for data. Det er dog ikke muligt at se, hvilke data der evt. burde udelades. Men fx er væksten ved 10°C og 12°C ens. Det er muligt, at væksten er så hurtig, at mindre forskelle ikke kan registreres med det valgte interval mellem prøveudtag. For forsøg 3 nakkekød er startkimtallet (T_0) så højt, at kimtal ved T_1 er over eller lige omkring 7 log cfu/g. Det gør estimatet for tid til log 6 og log 7 usikkert. Data er alligevel medtaget i tabel 6. Det ses, at Q_{10} -værdierne varierer fra 3-7. Fra virksomhed A blev Q_{10} i 2 hold nakkekød og 1 hold hoftekød bestemt til ca. 6, mens 1 hold hoftekød havde en Q_{10} -værdi på 3. Det har ikke været muligt at identificere en årsag til denne forskel. Fra virksomhed B havde nakkekød og kam en Q_{10} -værdi på ca. 3.

For beregningerne af tid til log 6 cfu/g og log 7 cfu/g med DMRIpredict modellen "pork cut, vacuum" ses, at Q_{10} -værdierne er på 8-9.



Tabel 6. Q₁₀ for mikrobiel vækst i vakuumpakket fersk kød.

Produkt	Startkimaltal		Temp. (°C), som indgår i Q ₁₀	Psykrotroft kimaltal		Mesofilt kimaltal	
	Psy Kro. (Log cfu/g)	Meso. (Log cfu/g)		R ² for ln(tid) mod temp.	Q ₁₀	R ² for ln(tid) mod temp.	Q ₁₀
Nakkekød (pH 5,7-6,3) (Forsøg 1, virk A)	2,6-3,0	3,3-3,8	5, 10, 15	Log 6:0,99 Log 7:0,99	Log 6: 6,2 Log 7: 6,2	Log 6:0,99 Log 7:0,99	Log 6: 6,9 Log 7: 6,8
Hoftekød (pH 5,4-5,8) (Forsøg 1, virk A)	2,6-2,7	3,7-4,2	5, 10, 15	Log 6:0,97 Log 7:0,97	Log 6: 3,3 Log 7: 3,3	Log 6:0,97 Log 7:0,98	Log 6: 3,1 Log 7: 3,1
Nakkekød (pH 5,8-6,3) (Forsøg 2, virk A)	2,8-3,8	3,5-4,1	-1, 3, 5, 10, 12	Log 6:0,99 Log 7:0,96	Log 6: 5,5 Log 7: 7,2	Log 6:0,99 Log 7:0,98	Log 6: 5,5 Log 7: 7,2
Hoftekød ^{a)} (pH 5,6-5,7) (Forsøg 2, virk A)	2,9-5,8	3,6-5,3	-1, 3, 5, 10, 12	Log 6:0,89 Log 7:0,93	Log 6: 6,2 Log 7: 8,2	Log 6:0,86 Log 7:0,93	Log 6: 6,1 Log 7: 7,5
Nakkekød*) (pH 5,8-6,7) (Forsøg 3, virk B)	4,0-4,8	4,1-4,9	-1, 3, 5, 12	Log 6:0,98 Log 7:0,98	Log 6: 3,0 Log 7: 3,0	Log 6:0,98 Log 7:0,99	Log 6: 4,1 Log 7: 4,0
Kam (pH 5,5) (Forsøg 3, virk B)	2,6-3,1	2,9-3,6	-1, 3, 5, 12	Log 6:0,95 Log 7:0,96	Log 6: 3,6 Log 7: 3,5	Log 6:0,98 Log 7:0,99	Log 6: 3,4 Log 7: 3,4
DMRIPredict - Pork cut (vakuum, middel)	2,6	-	-1, 3, 5, 7	-	Log 6: 9,5 Log 7: 8,8	-	ND
DMRIPredict - Pork cut (vakuum, middel)	4,0	-	-1, 3, 5, 7	-	Log 6: 8,1 Log 7: 8,7	-	ND

Forsøg 1: Data for 20°C udgår, da kimaltal ved første udtag er over 7 log for både hofte og nakke.

a) Forsøg 2 – hoftekød: Sammenhæng mellem LN(tid) og temperaturer er ikke pæn retlinjet.

*) Forsøg 3 – nakkekød: Data skal tages med forbehold, da kimaltallet til tid=1 ved -1°C og 3°C er over 7 log. Der kan derfor være tvivl om, hvorvidt den estimerede tid til log 6 og log 7 er korrekt.

Delkonklusion – Q₁₀ på kimaltal for fersk kød

Data fra DMRIPredict pork cut (vakuum) giver en Q₁₀ på 8-9, mens de gennemførte forsøg giver Q₁₀-værdier på 3-7.

Det er ikke muligt at se noget system i, hvorfor Q₁₀ er 3 for nogle hold kød og 7 for andre hold kød. Det hænger ikke sammen med kødtype, pH, virksomhed eller startkimaltal.



Bestemmelse af Q_{10} ud fra sensoriske bedømmelser målt under lagring ved forskellige temperaturer

Den anvendte procedure ved brug af data fra forsøgene:

Ved databehandlingen blev de sensoriske data for lugt anvendt. Karakterskalaen, som blev anvendt, var 1-4, hvor 1 var frisk og 4 meget fordærvet. Flere dommere bedømte hvert produkt, og middelværdien pr. produkt blev ganget med 2. Det betyder, at lavest mulige score er 2, og højest mulige score er 8. DMFit blev anvendt til at modellere udviklingen i disse data. Den model, DMFit valgte, blev anvendt, og herfra blev tiden til lugt=4 hhv. lugt=5 aflæst. Kun dataserier, hvor den sensoriske score var under 4 ved første udtag (ikke tid=0) under lagringen (t_1), blev anvendt. Hvis den sensoriske score er 4 eller derover ved første udtag, er det ikke muligt at fastlægge den nøjagtige tid til at denne score nås, og det er ikke muligt at beregne en Q_{10} -værdi for sensoriske bedømmelserne.

I tabel 7 ses de beregnede Q_{10} -værdier (lugt) for de forskellige hold vakuumpakket fersk grisekød, der er testet. Tabellen viser også produktkarakteristika, samt hvilke temperaturer der er anvendt til beregningen af Q_{10} .

Data fra DMRI Predict viser Q_{10} -værdier for lugt=4 eller lugt=5 på ca. 7-8. For de to hold hoftekød og 1 hold kam (pH<6) ses Q_{10} -værdier på 3-4. For nakkekød (pH>6) ses Q_{10} på 4-9. Dette indikerer et mere ensartet Q_{10} for hoftekød/kam end for nakkekød. I det hold nakkekød med højest Q_{10} -værdi for lugt er prøverne domineret af gramnegative bakterier (*Hafnia* og *Serratia*). I forsøg 3 ses også højere Q_{10} for nakkekød end for kam, men ikke så markant som i forsøg 2. Her var kam ved -1°C til 5°C domineret af *Leuconostoc+Lactobacillus*. I nakkekødet var floraen domineret af mælkesyrebakterier, men med en stigende andel af andre bakterier ved 12°C, bl.a. *Hafnia*.

En variation i Q_{10} beregnet for lugt=4 mellem 4 og 9 betyder, at hvis holdbarheden ved fx 12°C er målt til 4 dage, vil den beregnede holdbarhed ved 5°C være 11 hhv. 25 dage. Der er en meget stor variation i estimatet. Men er Q_{10} mellem 3 og 4, vil en holdbarhed på 4 dage ved 12°C betyde, at holdbarheden ved 5°C er 8 hhv. 11 dage.

I det ferske kød ses der en ret stor variation i, hvad den dominerende flora er sammensat af ved udløb/fordærv. Ligeledes ses en stor variation i Q_{10} for samme produkt produceret på samme virksomhed men på forskellige dage. Det kan evt. skyldes, at der er en del variation i råvarernes mikrobielle belastning fra dag til dag.



Tabel 7. Q_{10} for sensorisk fordærv i vakuumpakket fersk kød.

Produkt	Psykrotroft startkim (Log cfu/g)	Mesofilt startkim (Log cfu/g)	Temperatur (°C), som indgår i Q_{10}	Q_{10} Lugt 4	Q_{10} Lugt 5
Nakkekød (pH 5,7-6,3) (Forsøg 1, virk A)	2,6-3,0	3,3-3,8	5, 10, 15	4,0	3,7
Hoftekød (pH 5,4-5,8) (Forsøg 1, virk A)	2,6-2,7	3,7-4,2	5, 10, 15	4,3	3,8
Nakkekød (pH 5,8-6,3) (Forsøg 2, virk A)	2,8-3,8	3,5-4,1	-1, 3, 5, 10, 12	9,5	9,2
Hoftekød (pH 5,6-5,7) (Forsøg 2, virk A)	2,9-5,8	3,6-5,3	-1, 3, 5, 10, 12	3,8	3,9
Nakkekød (pH 5,8-6,7) (Forsøg 3, virk B)	4,0-4,8	4,1-4,9	-1, 3, 5, 12	5,1	4,8
Kam (pH 5,5) (Forsøg 3, virk B)	2,6-3,1	2,9-3,6	-1, 3, 5, 12	3,4	3,6
DMRIPredict – Pork cut (vakuum, middel)	2,6	-	-1, 3, 5, 7	7,5	7,7
DMRIPredict – Pork cut (vakuum, middel)	4	-	-1, 3, 5, 7		7,9

Delkonklusion – Q_{10} på lugtbedømmelser af vakuumpakket fersk kød

Q_{10} for lugt=4 varierer mellem 3,4 og 9,5, men hvis holdet med $Q_{10}=9,5$ fjernes, varierer Q_{10} mellem 3,4 og 5,1.

Q_{10} for lugt=5 varierer mellem 3,6 og 9,2, men hvis holdet med $Q_{10}=9,5$ fjernes, varierer Q_{10} mellem 3,6 og 4,8.

Data fra DMRIPredict giver Q_{10} -værdier, som varierer mellem 7,5 og 7,9.

Der er ingen systematiske forskelle i Q_{10} (lugt) mellem virksomheder, produkttyper eller startkimal.

Det er uvist, hvorfor 1 hold nakkekød har høj Q_{10} -værdi (ca. 9), og de andre ligger på 3-5. Ligeledes kan det ikke forklares, hvorfor DMRIPredict har en høj Q_{10} -værdi på 7-8.

Florasammensætning ved de forskellige temperaturer

Ved forsøgenes start blev der udtaget 5 prøver til bestemmelse af florasammensætning (16S) før lagring. Når produkterne blev vurderet sensorisk uacceptable, eller ved udløb af forsøget, blev den dominerende bakterieflora bestemt med 16S. Resultaterne viste, at det ikke er muligt at forudsige, hvilken flora der bliver dominerende ud fra indholdet i startprøverne (Svenningsen, 2022).



I tabel 8 ses, hvilke bakterier der er dominerende i vakuumpakket fersk kød fra de forskellige forsøg lagret ved forskellige temperaturer. Den statistiske behandling af data samt den visuelle fremstilling af data viser, at florasammensætningen imellem prøver lagret ved forskellige temperaturer varierer en del. Men der ses også en del variation mellem prøver analyseret på samme dag og lagret ved samme temperatur.

Det kan være vanskeligt at bruge de statistiske test til at vurdere, om floraen er ens ved forskellige temperaturer. Det skyldes, at hvis der er meget lille variation mellem pakker ved samme temperatur, så får meget små forskelle urimelig stor betydning. Derfor suppleres statistisk analyse med visuel vurdering af, hvor ensartet mønsteret i Heatmap er. Af tabel 8 ses således, at det i en del forsøg er muligt at lave accelereret test ved 10-12°C (ønsket holdbarhed 5°C). Derimod er 15°C og 20°C for høje temperaturer. For ønsket lagring ved -1°C er det derimod vanskeligt at gennemføre accelererede test ved 3-10°C, da bakteriefloraen, der bliver dominerende ved -1°C, er væsentlig forskellig fra den, der er identificeret ved de accelererede temperaturer.

Der er en tendens til, at hoftekødet har en mere ensartet udvikling i florasammensætning ved forskellige temperaturer end nakkekødet. Floraen i hoftekødet er primært domineret af mælkesyrebakterier, men *Hafnia* og *Serratia* findes også.

Det var ikke muligt at se noget system i, hvorfor Q_{10} (mikrobiologi) er 3 for nogle hold kød og 7 for andre hold kød. Det hænger ikke sammen med kødtype, pH, virksomhed eller startkimtal. Men tages data for florasammensætning med, ses en tendens til, at når mælkesyrebakterier bliver dominerende flora i kødet ved fordærv, da er Q_{10} -værdien omkring 3, mens en dominerende flora bestående af flere forskellige gramnegative bakterier resulterer i en Q_{10} -værdi på 5-8. Dette ses for nakkekød og hoftekød i forsøg 1 og 2 samt for kam og nakkekød i forsøg 3. Dette er interessant, for i flere pålægsprodukter blev der også fundet en Q_{10} -værdi omkring de 3. Og her var den dominerende flora også mælkesyrebakterier.

I vakuumpakket fersk grisekød indgår væsentligt flere forskellige typer bakterier end i vakuumpakket pålæg, hvor det er et væsentlig mindre antal forskellige bakterier, som kontaminerer produkterne og kan vokse frem i produkterne. Den mere mangfoldige florasammensætning i vakuumpakket fersk kød gør det svært at vise, om kødets mikrobielle sammensætning er så forskellig ved de forskellige temperaturer, at en accelereret holdbarhedstest ikke er mulig. Men det er måske muligt at accelerere en holdbarhedstest fra 5°C til 10°C. Det er derimod ikke muligt at accelerere holdbarhedstest fra -1°C til 5-10°C.



Tabel 8. Dominerende bakterier (genus-niveau) med en forekomst på over 10% i vakuumpakket fersk kød ved udløb/fordærv. Parentes angiver antal pakker med dominans/total antal pakker testet. Rød tekst angiver, at florasammensætningen er signifikant forskellig fra den fundet ved lavest temperatur, dvs. ønsket opbevaringstemperatur fx -1°C eller 5°C.

Produkt	Temperatur					Konklusion 16S
	-1°C	5°C	10°C	15°C	20°C	
Nakkekød (pH 5,7-6,3) (Forsøg 1, virk A)		<i>Serratia</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (5/5) <i>Lactococcus</i> (3/5)	<i>Serratia</i> (3/5) <i>Carnobacterium</i> (5/5); <i>Lactococcus</i> (3/5), <i>Hafnia</i> (2/5) <i>Aeromonas</i> (1/5) <i>Yersinia</i> (1/5)	<i>Serratia</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (2/5) <i>Lactococcus</i> (2/5) <i>Hafnia</i> (2/5) <i>Enterococcus</i> (2/5) <i>Citrobacter</i> (1/5) <i>Lactobacillus</i> (1/5) <i>Others</i> (1/5)	<i>Serratia</i> (5/5) <i>Lactococcus</i> (1/5) <i>Hafnia</i> (5/5) <i>Enterococcus</i> (4/5) <i>Citrobacter</i> (1/5) <i>Vagococcus</i> (1/5) <i>Others</i> (4/5)	OK ved 10°C (Q ₁₀ (M)=6) (Q ₁₀ (L)=4)
Hoftekød (pH 5,4-5,8) (Forsøg 1, virk A)		<i>Lactococcus</i> (5/5), <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Hafnia</i> (2/5) <i>Serratia</i> (2/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5)	<i>Lactococcus</i> (5/5), <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Hafnia</i> (3/5) <i>Serratia</i> (3/5) <i>Leuconostoc</i> (2/5)	<i>Lactococcus</i> (5/5), <i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Hafnia</i> (2/5) <i>Serratia</i> (3/5)	<i>Lactococcus</i> (5/5), <i>Lactobacillus</i> (3/5) <i>Hafnia</i> (5/5) <i>Serratia</i> (1/5) <i>Et stigende antal slægter ses</i>	OK ved 10 og 15°C og måske ved 20°C (Q ₁₀ (M)=3) (Q ₁₀ (L)=4)



Produkt	Temperatur					Konklusion 16S
	-1°C	5°C	10°C	15°C	20°C	
Nakkekød (pH 5,8-6,3) (Forsøg 2, virk A) (normal lagring ved -1°C)	<i>Carnobacterium</i> (5/5) <i>Lactococcus</i> (1/5) <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Yersinia</i> (1/5) <i>Lelliottia</i> (1/5) <i>Pseudomonas</i> (1/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5)	<i>Hafnia</i> (1/5) <i>Serratia</i> (4/5), <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Yersinia</i> (1/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Pseudomonas</i> (1/5)	<i>Hafnia</i> (2/5), <i>Serratia</i> (4/5), <i>Carnobacterium</i> (5/5) <i>Lactococcus</i> (3/5) <i>Lactobacillus</i> (1/5) <i>Yersinia</i> (1/5)	<i>Hafnia</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (1/5) <i>Serratia</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (4/5) <i>Lactobacillus</i> (4/5)	<i>Hafnia</i> (5/5) <i>Serratia</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (3/5) <i>Lactobacillus</i> (2/5)	Dur ikke -1°C er me- get forskel- lig fra de andre (Q ₁₀ (M)=5- 7) (Q ₁₀ (L)=9)
Nakkekød (pH 5,8-6,3) (Forsøg 2, virk A)		<i>Hafnia</i> (1/5) <i>Serratia</i> (4/5), <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Yersinia</i> (1/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Pseudomonas</i> (1/5)	<i>Hafnia</i> (2/5), <i>Serratia</i> (4/5), <i>Carnobacterium</i> (5/5) <i>Lactococcus</i> (3/5) <i>Lactobacillus</i> (1/5) <i>Yersinia</i> (1/5)	<i>Hafnia</i> (5/5) <i>Serratia</i> (1/5) <i>Carnobacterium</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (4/5) <i>Lactobacillus</i> (4/5)	<i>Hafnia</i> (5/5) <i>Serratia</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (3/5) <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Her dukker en del flere slægter op.</i>	OK ved 5°C jf. statistik, men visuelt ser op til 10°C OK ud.
Nakkekød (pH 5,8-6,3) (Forsøg 2, virk A)			<i>Hafnia</i> (2/5), <i>Serratia</i> (4/5), <i>Carnobacterium</i> (5/5) <i>Lactococcus</i> (3/5) <i>Lactobacillus</i> (1/5) <i>Yersinia</i> (1/5)	<i>Hafnia</i> (5/5) <i>Serratia</i> (1/5) <i>Carnobacterium</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (4/5) <i>Lactobacillus</i> (4/5)	<i>Hafnia</i> (5/5) <i>Serratia</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (3/5) <i>Lactobacillus</i> (2/5) <i>Her dukker en del flere slægter op.</i>	Dur ikke jf. statistik el- ler visuelt



Produkt	Temperatur					Konklusion 16S
	-1°C	5°C	10°C	15°C	20°C	
Hoftekød (pH 5,6-5,7) (Forsøg 2, virk A) (normal opbevaring -1°C)	<i>Lactococcus</i> (4/5) <i>Lactobacillus</i> (3/5) <i>Serratia</i> (3/5) <i>Leuconostoc</i> (4/5)	<i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Serratia</i> (2/5) <i>Leuconostoc</i> (3/5)	<i>Lactococcus</i> (4/4) <i>Lactobacillus</i> (1/4) <i>Serratia</i> (3/4) <i>Leuconostoc</i> (4/4)	<i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (1/5) <i>Serratia</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (2/5) <i>Obesumbacterium</i> (3/5)	<i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (3/5) <i>Serratia</i> (4/5) <i>Obesumbacterium</i> (4/5)	Dur ikke jf. statistik, men visuelt ser op til 5°C OK ud. Q ₁₀ (M)=6-8 (Q ₁₀ (L)=4)
Hoftekød (pH 5,6-5,7) (Forsøg 2, virk A) (normal opbevaring 3°C)		<i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Serratia</i> (2/5) <i>Leuconostoc</i> (3/5)	<i>Lactococcus</i> (4/4) <i>Lactobacillus</i> (1/4) <i>Serratia</i> (3/4) <i>Leuconostoc</i> (4/4)	<i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (1/5) <i>Serratia</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (2/5) <i>Obesumbacterium</i> (3/5)	<i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (3/5) <i>Serratia</i> (4/5) <i>Obesumbacterium</i> (4/5)	OK ved 5°C Q ₁₀ (M)=6-8 (Q ₁₀ (L)=4)
Hoftekød (pH 5,6-5,7) (Forsøg 2, virk A) (normal opbevaring 5°C)			<i>Lactococcus</i> (4/4) <i>Lactobacillus</i> (1/4) <i>Serratia</i> (3/4) <i>Leuconostoc</i> (4/4)	<i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (1/5) <i>Serratia</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (2/5) <i>Obesumbacterium</i> (3/5)	<i>Lactococcus</i> (5/5) <i>Lactobacillus</i> (3/5) <i>Serratia</i> (4/5) <i>Obesumbacterium</i> (4/5)	Dur ikke Q ₁₀ (M)=6-8 (Q ₁₀ (L)=4)



Produkt	Temperatur					Konklusion 16S
	-1°C	5°C	10°C	15°C	20°C	
Nakkekød (pH 5,8-6,7) (Forsøg 3, virk B) (normal opbevaring -1°C)	<i>Lactobacillus</i> (5/5)	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5)	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (1/5) <i>Hafnia</i> (1/5) <i>Aeromonas</i> (1/5) <i>Brochotrix</i> (2/5) <i>Obesumbacterium</i> (1/5)	ND	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (2/5) <i>Hafnia</i> (1/5) <i>Obesumbacterium</i> (5/5)	Dur ikke Stor forskel på flora ved -1°C og de andre (Q ₁₀ (M)=3) (Q ₁₀ (L)=5)
Nakkekød (pH 5,8-6,7) (Forsøg 3, virk B) (normal opbevaring 3°C)		<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5)	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (1/5) <i>Hafnia</i> (1/5) <i>Aeromonas</i> (1/5) <i>Brochotrix</i> (2/5) <i>Obesumbacterium</i> (1/5)	ND	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (2/5) <i>Hafnia</i> (1/5) <i>Obesumbacterium</i> (5/5)	Dur måske ved 5 og 12°C. Der er dog lidt flere slæg- ter ved de højere tem- peraturer. (Q ₁₀ (M)=3) (Q ₁₀ (L)=5)



Produkt	Temperatur					Konklusion 16S
	-1°C	5°C	10°C	15°C	20°C	
Nakkekød (pH 5,8-6,7) (Forsøg 3, virk B) (normal opbevaring 5°C)			<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (1/5) <i>Hafnia</i> (1/5) <i>Aeromonas</i> (1/5) <i>Brochotrix</i> (2/5) <i>Obesumbacterium</i> (1/5)	ND	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Carnobacterium</i> (4/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5) <i>Lactococcus</i> (2/5) <i>Hafnia</i> (1/5) <i>Spor af både aeromonas og brochotrix</i> <i>Obesumbacterium</i> (5/5)	Visuelt ser 5 og 12°C nogenlunde ens ud. (Q ₁₀ (M)=3) (Q ₁₀ (L)=5)
Kam (pH 5,5) (Forsøg 3, virk B) (normal opbevaring -1°C)	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (1/5)	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (4/5)	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (5/5)	ND	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Obesumbacterium</i> (5/5) <i>Hafnia</i> (1/5)	Dur ved 3 og 5°C. Floraen er nogenlunde ens (Q ₁₀ (M)=3) (Q ₁₀ (L)=4)
Kam (pH 5,5) (Forsøg 3, virk B) (normal opbevaring 3°C)		<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (4/5)	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (5/5)	ND	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Obesumbacterium</i> (5/5) <i>Hafnia</i> (1/5)	Dur ved 5°C. Floraen er nogenlunde ens (Q ₁₀ (M)=3) (Q ₁₀ (L)=4)



Produkt	Temperatur					Konklusion 16S
	-1°C	5°C	10°C	15°C	20°C	
Kam (pH 5,5) (Forsøg 3, virk B) (normal opbeva- ring ved 5°C)			<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (5/5)	ND	<i>Lactobacillus</i> (5/5) <i>Leuconostoc</i> (5/5) <i>Obesumbacterium</i> (5/5) <i>Hafnia</i> (1/5)	Dur ikke (Q ₁₀ (M)=3) (Q ₁₀ (L)=4)

For flere detaljer se [Y:\Projects\P2009643_SAF_96_Set-up_for_accelereret_holdbarhedstest\Fagligt\Forsøg_Test af DMRI metoden\Statistik på 16S data\Skema opsummering 16S.docx](Y:\Projects\P2009643_SAF_96_Set-up_for_accelereret_holdbarhedstest\Fagligt\Forsøg_Test_af_DMRI_metoden\Statistik_på_16S_data\Skema_opsummering_16S.docx).

ND = er ikke testet.

OK = Der er ingen statistisk eller visuel forskel på florasammensætning i produktet lagret ved forskellige temperaturer.



Diskussion

Resultaterne fra de gennemførte forsøg viser, at en accelereret holdbarhedstest for vakuumpakket fersk grisekød, som skal distribueres ved -1°C , som udgangspunkt ikke kan gennemføres ved højere temperaturer, fordi den bakterieflora, som vokser frem ved -1°C , er meget forskellig fra den, der vokser ved højere temperaturer. Det skyldes, at der ved de højere temperaturer ses væsentligt flere forskellige bakterietyper blandt de dominerende, hvilket kan betyde, at hastigheden og typen af fordærv ændres, i forhold til hvad der foregår ved -1°C .

Nogle kunder sætter krav til et bestemt maksimalt kimtal ved udløb. Hvis det overskrides, ønsker de ikke at købe og sælge produktet. Væksthastighed afhænger af, hvilken temperatur produktet opbevares ved, og Q_{10} er anvendt til at beskrive den sammenhæng. Resultaterne i tabel 6 viser, at fersk nakkekød (højere pH) hhv. hoftekød og kam (lavere pH) fra forskellige virksomheder har forskellige Q_{10} -værdier, der varierer fra 3 til 7. Der er ingen systematik i dette, medmindre Q_{10} -værdierne forsøges relateret til florasammensætning. Her ses en tendens til, at når mælkesyrebakterier bliver dominerende flora i kødet ved fordærv, da er Q_{10} -værdien omkring 3, mens en dominerende flora bestående af flere gramnegative bakterier resulterer i en Q_{10} -værdi på 5-8.

Hvis holdbarheden i stedet skal baseres på den sensoriske udvikling og fordærv i pakkerne, er de fundne Q_{10} -værdier mere ensartede for de 6 testede produkter. I alle på nær et produkt fås Q_{10} -værdier på ca. 4. I det ene (måske afvigende) forsøg blev der fundet en Q_{10} -værdi på ca. 9, hvilket ikke kan forklares.

Konklusion

Baseret på de gennemførte test vurderes det at være svært/umuligt at gennemføre accelererede holdbarhedstest på vakuumpakket fersk grisekød opbevaret ved -1°C fordi:

- Den bakterieflora, som vokser frem i pakker ved -1°C , er meget forskellig fra den identificeret ved de højere temperaturer.
- De beregnede Q_{10} -værdier for samme produkttype (hoftekød) fra samme virksomhed, men udtaget på forskellige dage, er 3 hhv. 6.
- De beregnede Q_{10} -værdier for samme produkttype (nakkekød) er ca. 6 fra samme virksomhed, men kun 3 for kød udtaget fra en anden virksomhed

Derimod er det måske muligt at gennemføre accelererede test for vakuumpakket grisekød opbevaret ved $3-5^{\circ}\text{C}$; men den accelererede temperatur må maksimalt være 10°C .

Hvis man har behov for at få et hurtigt svar på holdbarheden af vakuumpakket fersk kød, er de bedste råd:

- Brug i stedet DMRIPredict, som kan beregne mikrobiel vækst og sensorisk udvikling i fordærv ved -1°C til 7°C .
- Undgå at lave accelererede test ved temperaturer, som er mere end ca. 5°C højere end den ønskede distributionstemperatur.



- Undersøg, om Q_{10} er ens ved flere test. Og vis ved 16S-sekventering, at den dominerende mikroflora er ens. Q_{10} kræver gennemførelse af holdbarhedstest ved 3 forskellige temperaturer.
- Hvis den accelererede test blot skal bruges til at give et fingerpeg om holdbarhed i forbindelse med produktudvikling, kan Q_{10} -værdier på 4 anvendes til at få et groft estimat af sensorisk holdbarhed. Men med den bemærkning, at værdier på op til 9 er beregnet.
- Det er ikke muligt at give et bedste bud på Q_{10} for mikrobiel vækst. For én virksomhed er den 3-4 (2 produkter), mens den for en anden varierer mellem 3 og 6.

Samlet konklusion for pålæg og ferskkød

Det ser vanskeligt ud at anvende accelererede holdbarhedstest for fersk kød. Det bedste forslag er brug af DMRI Predicts holdbarhedsmodeller. Et groft pejlemærke for holdbarhed ved 3-5°C kan fås ved at øge temperaturen maks. 5°C.

Accelererede holdbarhedstest med DMRI-metoden kan anvendes til at give et groft estimat for et slicet MA-pakket pålægsprodukts mulige holdbarhed i forbindelse med produktudvikling. Her er det muligt at accelerere holdbarhedstesten fra 5°C til 10°C.

Som dokumentation overfor kunder og myndigheder kræver brug af accelererede test på pålægsprodukter og fersk kød et stort dokumentations- og valideringsarbejde.

I bilag 8 er skemaer med de samlede vurderinger, som understøtter denne konklusion, vist.

Referencer

Labuza og FU (1993) Growth kinetics for shelf-life prediction: theory and practice. Journal of Industrial Microbiology 12:309-323

Mizrahi, (2000) Accelerated shelf-life tests. Kap. 5 I The Stability and Shelf-life of Food, Woodhead Publishing, s. 107-128

Shimono & Labuza, (2000) Modeling pathogen growth in meat products: future challenges. Trends in Food Science & Technology 11(11): 394-402

Svenningsen, N.B. (2021) Indledende intern vidensopsamling – er det muligt at lave accelereret holdbarhedstest på kødprodukter? (notat, 2021, P2009643)



Svenningsen, N.B. (2022) Statistisk analyse af 16S sekventerings data (notat, november 2022, P2009643)

Zweep, C. (2015) Accelerated shelf life testing is not applicable for short shelf life chilled foods where microorganisms flourish at different temperatures.(New Food Magazine)

Data: P2009643\afagligt\forsøg test af DMRI metoden\



Bilag

Bilag 1

Test af slicet MA-pakket pålæg

Forsøg 1. Rullepølse og kødpølse (5, 15 og 20°C)

Konservering

Produkternes konservering blev ikke målt. Fra tidligere forsøg med rullepølse og kødpølse estimeres følgende konservering at være tilsat de to produkter:

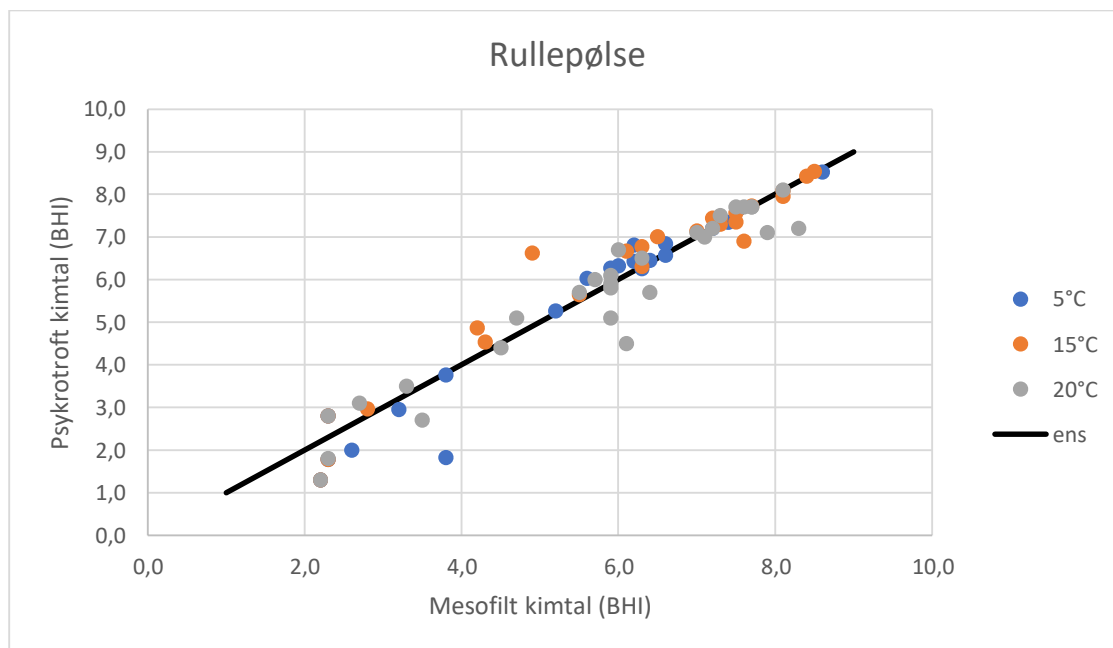
Rullepølse: pH 6,1 + salt + nitrit

Kødpølse: pH 6,35 + salt + nitrit + laktat + acetat (listeria stabiliseret ved 5°C)

Mikrobiologi

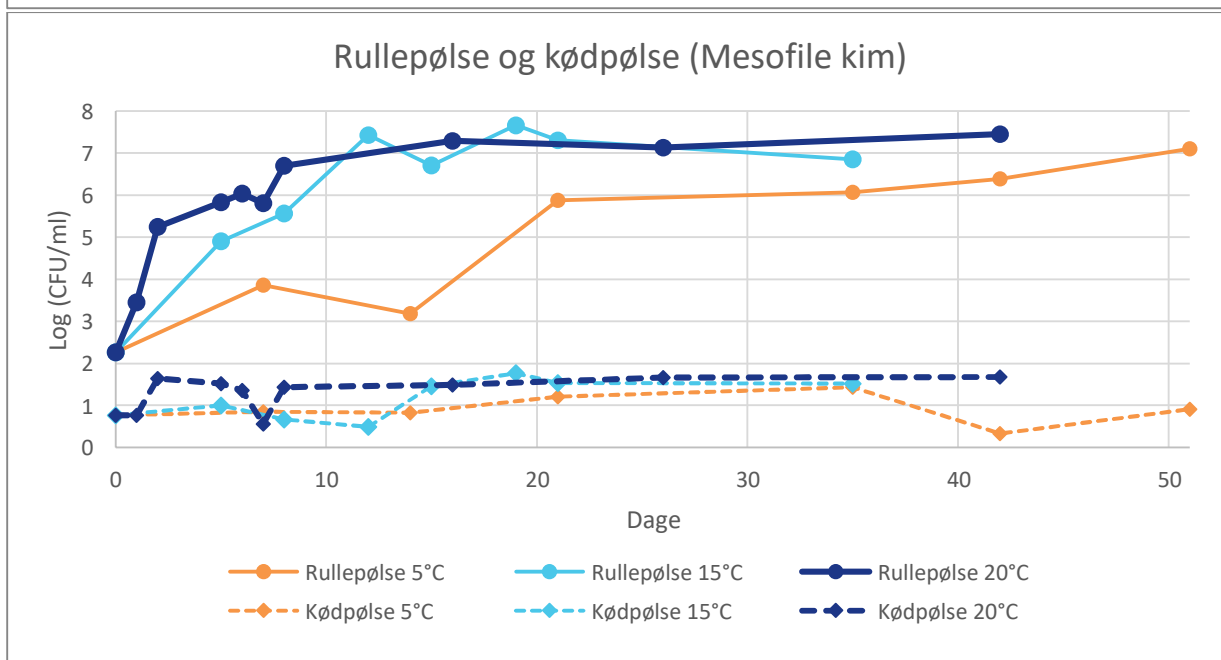
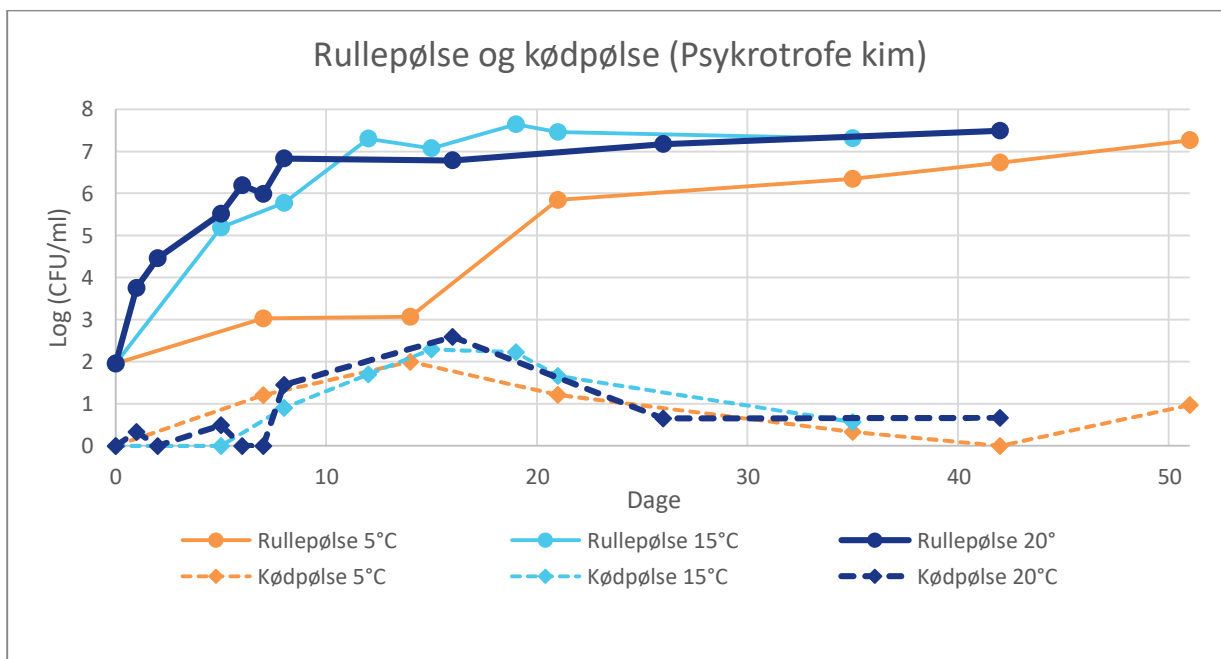
Sammenhæng mellem 6,5°C-kimtal og 20°C-kimtal

For produkter lagret ved 20°C er der en tendens til, at kimtal bestemt ved 20°C (mesofilt) er lidt højere end kimtallet bestemt ved 6,5°C (psykrotroft) i nogle pakker (langt fra alle). Det indikerer, at der er bakterier, som vokser frem i produktet ved 20°C, som ikke kan vokse i produktet ved 6,5°C. Det kan betyde, at lagring ved 20°C vil give fremvækst af andre bakterier end dem, der vokser ved kølelagring. Derfor er 20°C en for høj temperatur at lave accelererede holdbarhedstest ved for pålæg.



Vækst under lagring ved 5-20°C

Under lagring ved 15°C og 20°C stiger kimtallet hurtigt i rullepølse. For kødpølse ses ingen eller kun sporadisk vækst ved 5°C, 15°C og 20°C. Data fra kødpølse kan derfor ikke anvendes til beregning af tiden til log 6 hhv. log 7. Derfor udgår de data ved beregning af Q_{10} .

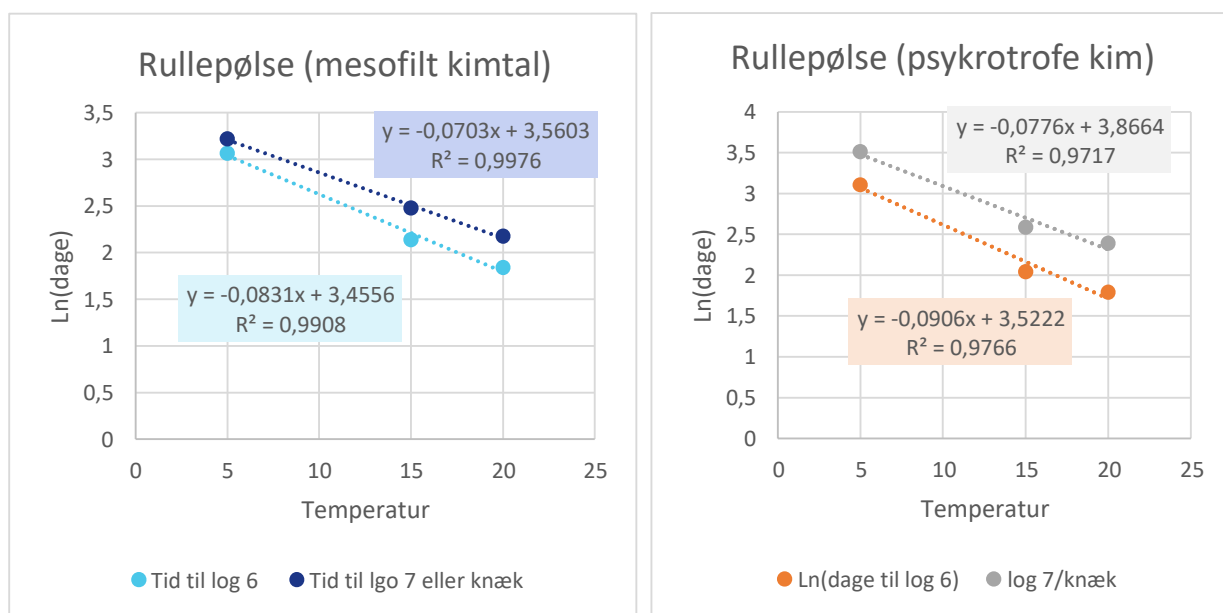


Beregnete Q_{10} -værdier (kimtal)

Data blev indtastet i DMFit og tiden til log 6 hhv. log 7 aflæst fra den fittede vækstkurve.

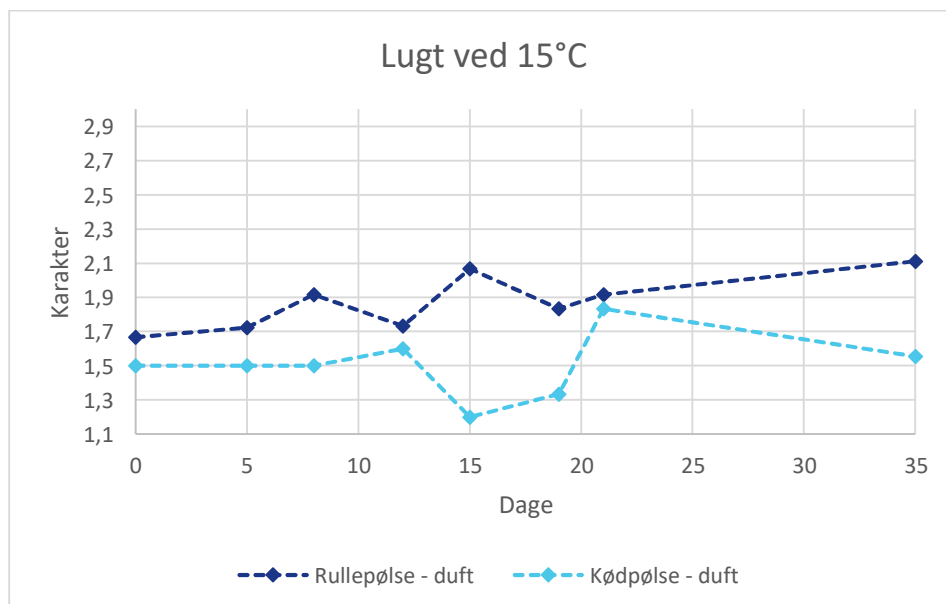
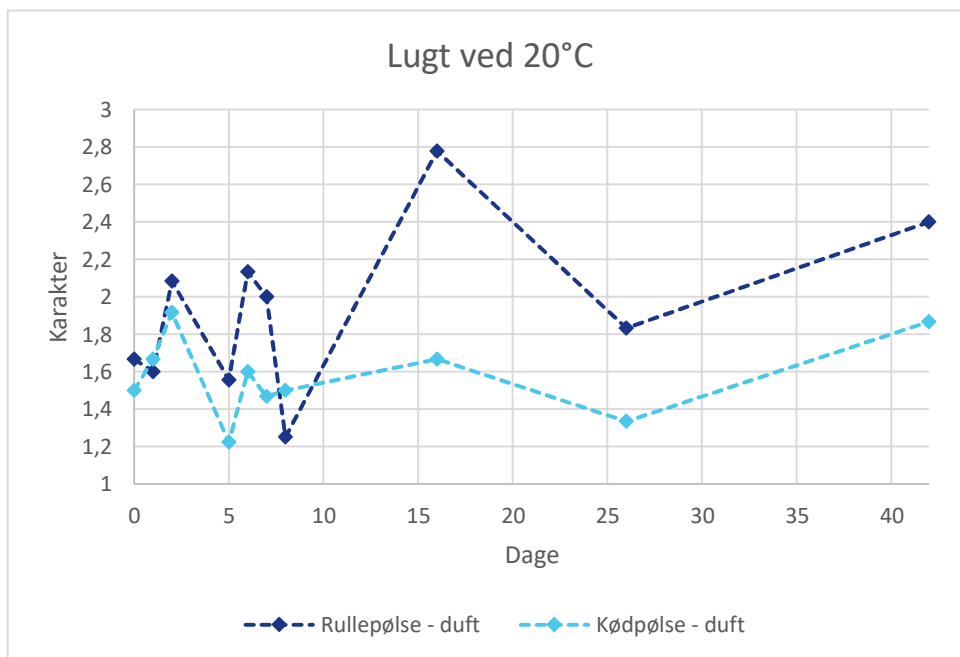


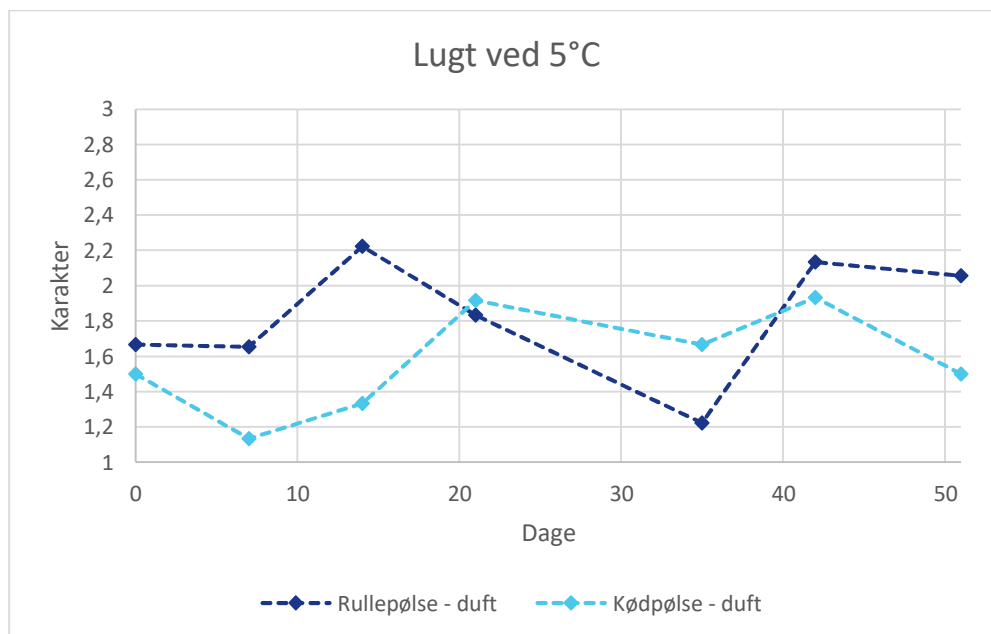
Ingen målt vækst i kødpølse, hvorfor tid til log 6 og log 7 ikke kan beregnes. Hældningen på nedenstående figurer anvendes til beregning af Q_{10} .



Sensorik (lugtbedømmelse på skalaen 1-4: 1 og 2 er acceptable, 3 og 4 unacceptable)

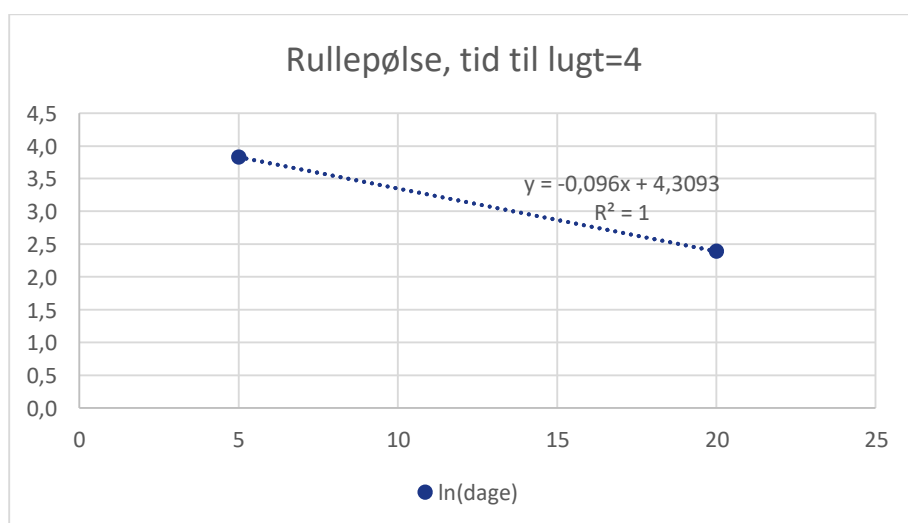
De følgende 3 figurer viser de sensoriske bedømmelser. Bemærk, at karaktererne IKKE er ganget med 2, som det er tilfældet for den efterfølgende databehandling og for alle de kommende forsøg. Data viser, at kødpølse ikke udvikler sensorisk fordærv, og at der ikke er sensorisk fordærv ved alle temperaturer for rullepølse. Det er primært ved 20°C-lagring, der ses lugtkarakterer på over 2 (svarer til lugt=4 i de kommende forsøg).





Beregnete Q_{10} -værdier (lugt)

De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2 og indtastet i DMFit, og tiden til lugt=4 og lugt=5 blev aflæst. Lugt=5 nås ikke og kan ikke beregnes. Lugt=4 kan kun beregnes ved 5°C og 20°C. Der opstod ingen dårlig lugt i kødpølse.





Florasammensætning

Rullepølse lagret ved 5°C, 15°C og 20°C

Visuelt er det svært at se systematisk forskel på florasammensætning ved 5°C, 15°C og 20°C. Dog ses, at flere og flere forskellige bakterier bliver en del af den dominerende flora, når temperaturen øges. Sammenligning af psykrotroft kimal og mesofilt kimal viste også, at antallet af bakterier fra 20°C-lagring var højere på agar inkuberet ved 20°C end ved 6,5°C. Så der er forskel på, hvad der vokser ved 5°C og 20°C. For eksempel ses der *Thermoanaerobacterium*, *Bacillus* og *Staphylococcus* i prøver opbevaret ved 20°C. Disse ses ikke i prøver opbevaret ved 5°C.

De statistiske analyser viser dog, at florasammensætningen ved 5°C ikke er forskellig fra den fundet ved 15°C og 20°C. Holdbarhed ved 5°C kan derfor accelereres ved 15°C og 20°C (P-15°C=0,30; P-20°C= 0,20) jf. teorien om ensartet florasammensætning.

Carnobacteriaceae; Carnobacterium-	4	98.9	10.8	96.9	4.7	8.1	98.4	97.5	70.3	32.3	0.6	1.9
Lactobacillaceae; Lactobacillus-	3.4	0	0	0.1	31.1	78.7	0.9	0.2	27.2	0.3	4.2	7.2
Leuconostocaceae; Weissella-	0.5	0	64.9	0.9	63	7.9	0.1	0	0	0.1	0.7	1.4
Leuconostocaceae; Leuconostoc-	0.9	0	23.2	0.3	0	4.8	0.1	0	0	60.4	0.7	0.5
others; others-	20.6	0.3	0.3	0.5	0.2	0.1	0.2	0.5	0.6	2.6	43.9	19.2
Enterobacteriaceae; Enterobacter-	43.3	0.2	0.1	0.3	0.1	0	0.1	0.2	0.2	0.3	5.4	4.1
Clostridiales; Thermoanaerobacterium-	2.7	0.1	0.4	0.5	0.1	0.1	0	0.4	1	1.3	0.7	21.8
Sphingomonadaceae; Sphingomonas-	5.3	0.1	0	0.1	0	0	0	0.2	0.1	1.1	9.7	9.8
Pseudomonadaceae; Pseudomonas-	2.6	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	7.3	8.9
Vibrionaceae; Photobacterium-	1.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.2	0.1	0.4	3.8	12
Moraxellaceae; Acinetobacter-	6.3	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	3.5	4.7
Corynebacteriaceae; Corynebacterium-	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	4.8	2.1
Bacillaceae-1; Bacillus-	0.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	6.3	2.5
Staphylococcaceae; Staphylococcus-	1.7	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.3	3.7	0.7
Enterobacteriaceae; Klebsiella-	0.7	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	2	1.3
Enterobacteriaceae; Pantoea-	1	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	1.1	0.2
Burkholderiaceae; Burkholderia-	0.2	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.8	0.4
Bruceellaceae; Ochrobactrum-	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0.3
Listeriaceae; Brochothrix-	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.9
Enterococcaceae; Tetragenococcus-	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0
	R:00-	05-R:1-	05-R:5a-	05-R:5aa-	15-R:1-	15-R:3a-	15-R:3aa-	20-R:4-	20-R:4a-	20-R:4aa-	R:00-	R:00a-
	Før	5°C			15°C			20°C			før	



Forsøg 2. Kødpølse med/uden grøntsager samt høj og lav konservering (5, 10, 15, 20 og 25°C)

Konservering

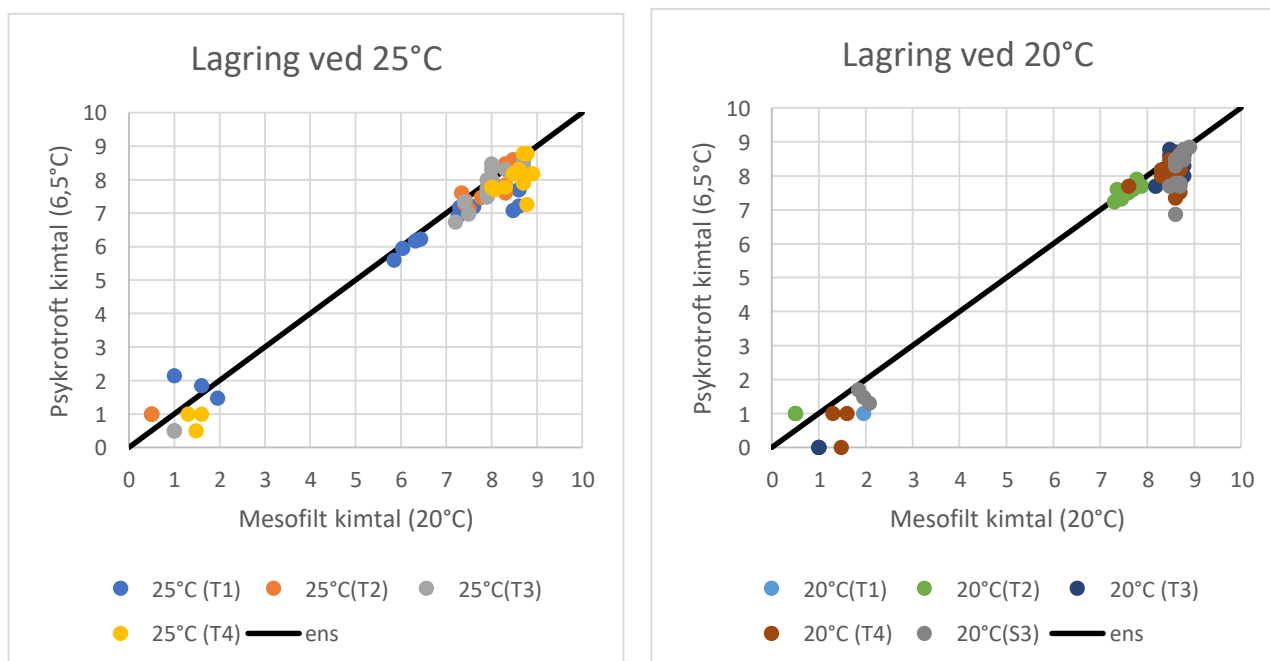
Produkt	pH	Salt/vand (%)	L-laktat (%)	Nitrit (ppm tilsat)	Grøntsager (%) ^{a)}
1	6,3	3,0	0,4	60	0
2	6,3	3,0	1,9-2,0	60	0
3	6,3	3,0	0,2-0,3	60	30
4	6,3	3,0	1,7-1,8	60	30

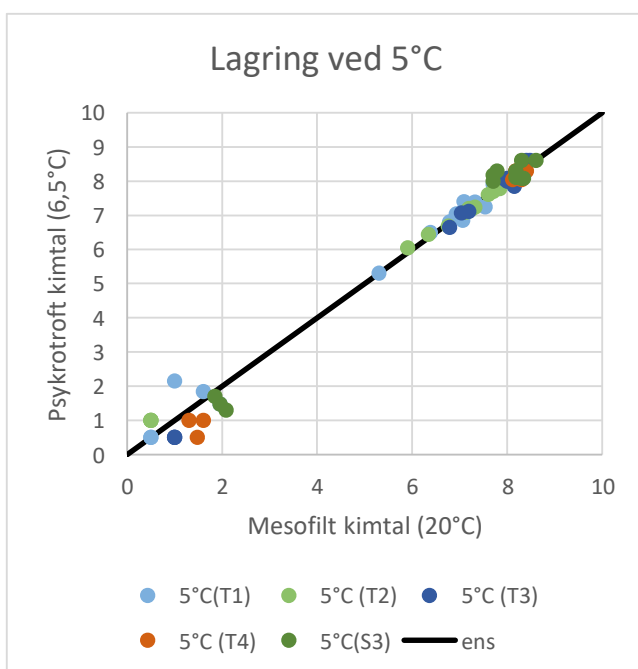
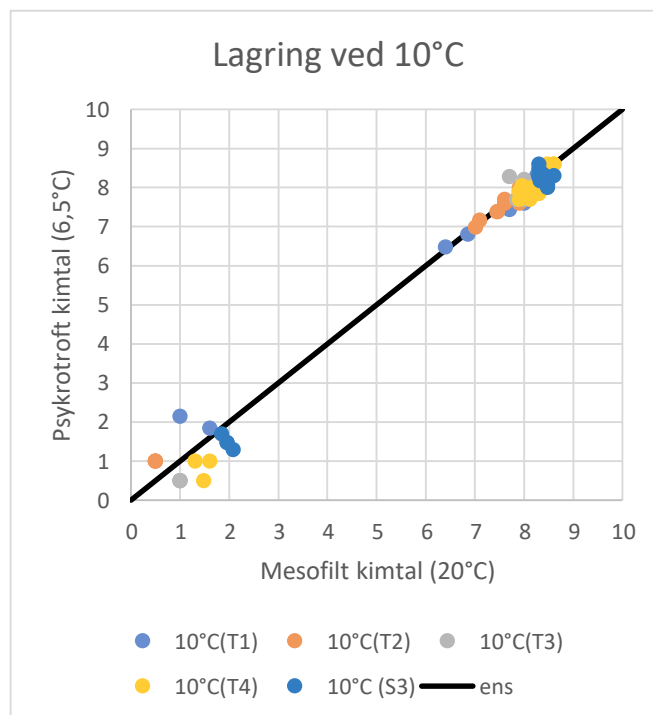
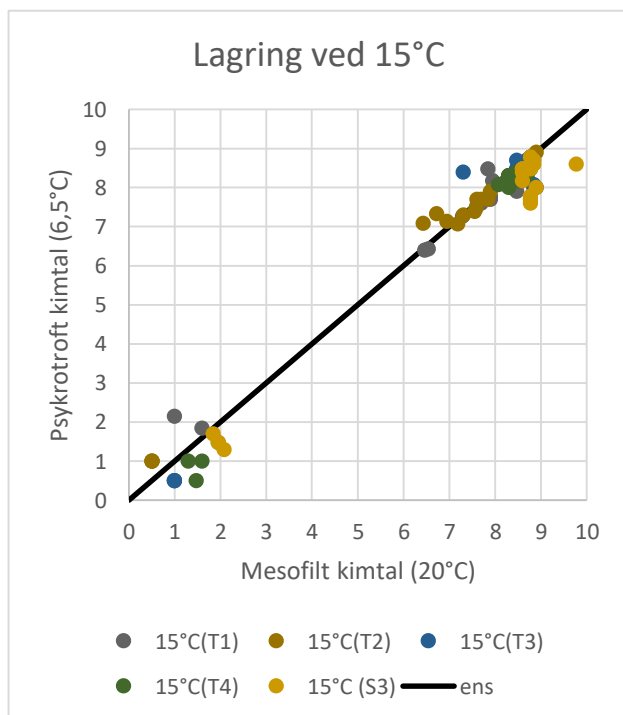
^{a)} persillerod, pastinak, søde kartofler, fennikel.

Mikrobiologi

Sammenhæng mellem 6,5°C-kimtal og 20°C-kimtal

Figurerne viser, at flere mesofile kimtal er højere end de psykrotrofe kimtal, når produkterne lagres ved 25°C, 20°C og til dels ved 15°C. Det indikerer, at der ved de høje temperaturer vokser bakterier, som ikke kan vokse på køl (6,5°C), men som kan vokse ved de accelererede temperaturer. Det betyder, at lagring ved 15°C, 20°C og 25°C vil give fremvækst af andre bakterier end dem, der vokser ved kølelagring. Produkter opbevaret ved 5°C og 10°C har sammenlignelige psykrotrofe og mesofile kimtal.

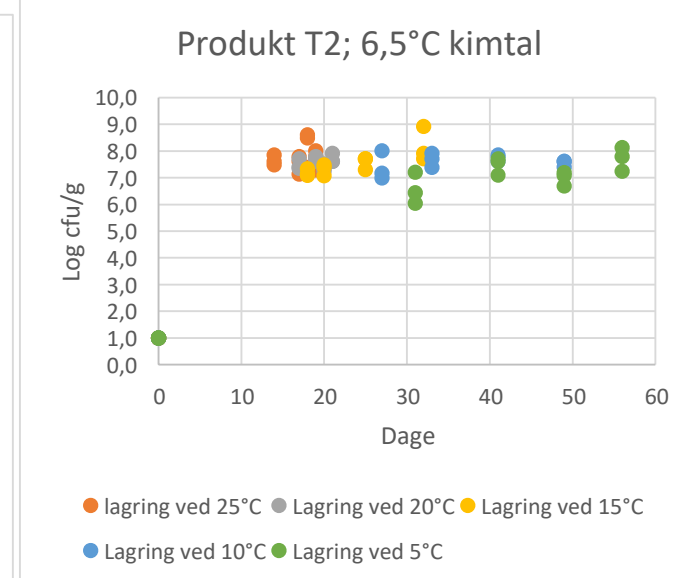
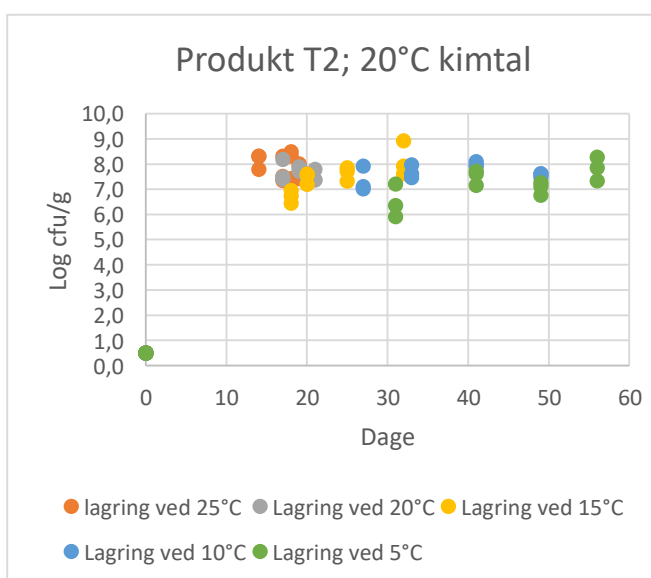
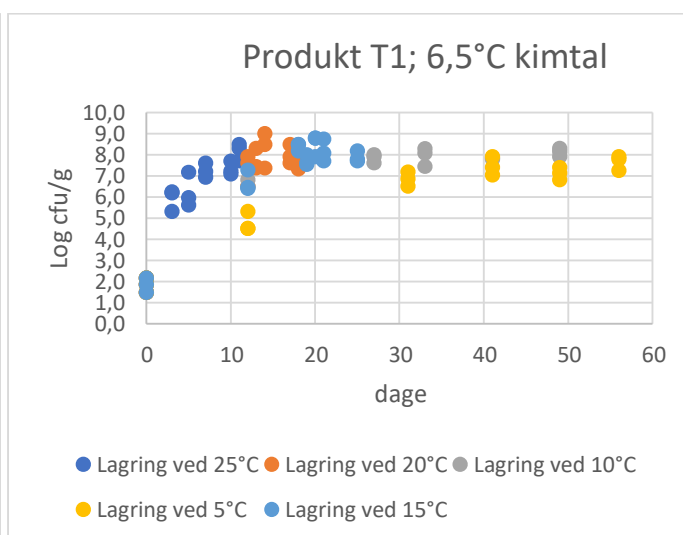
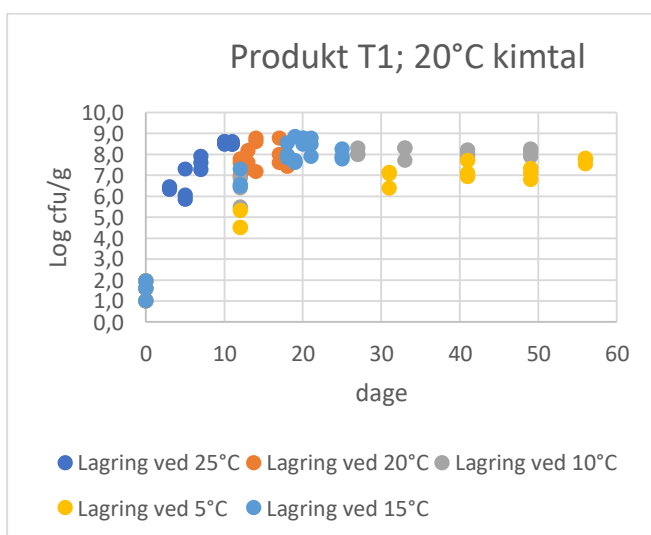


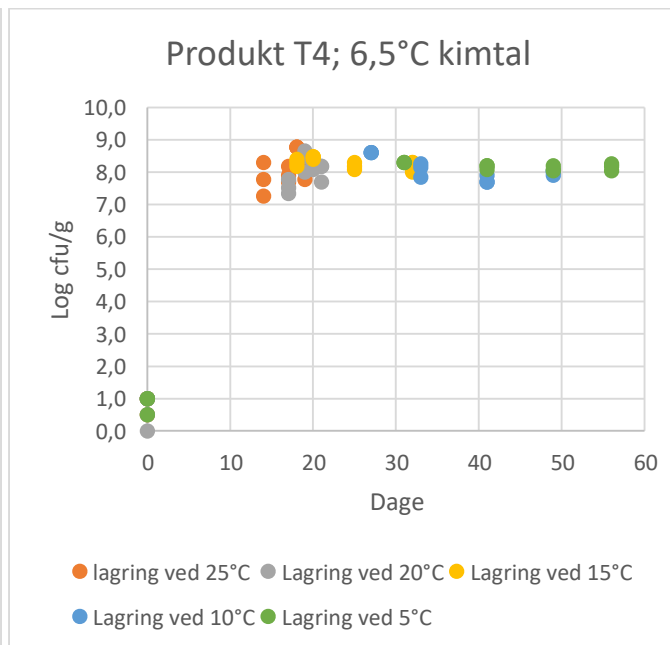
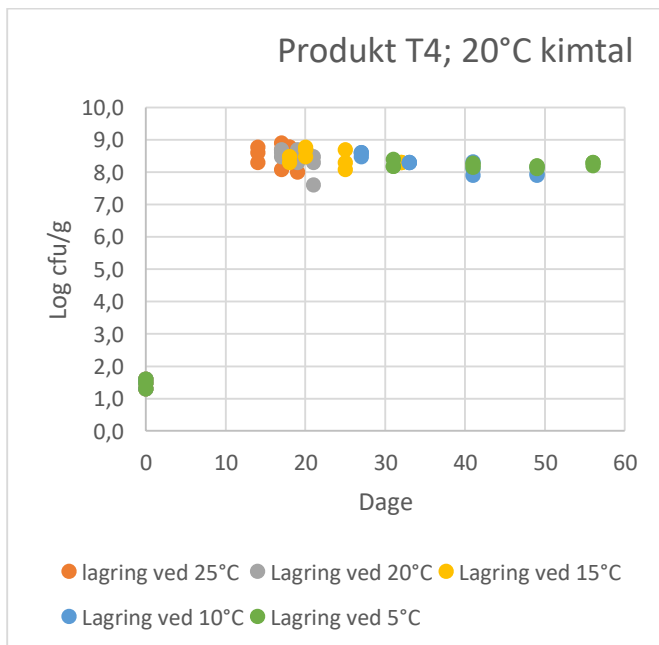
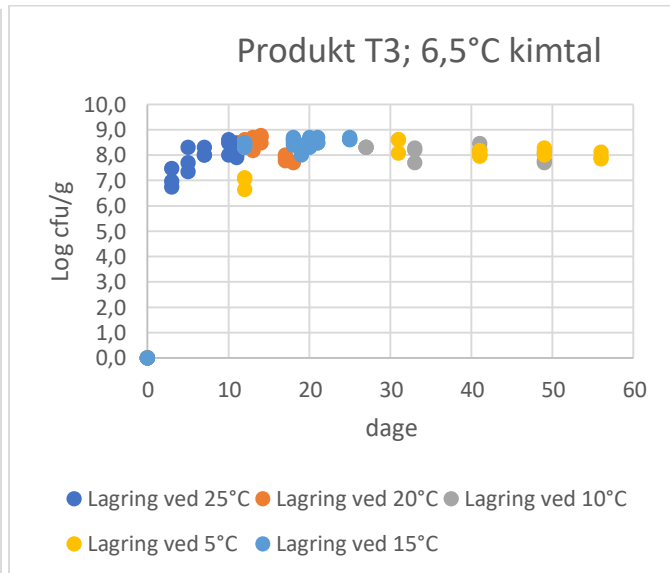
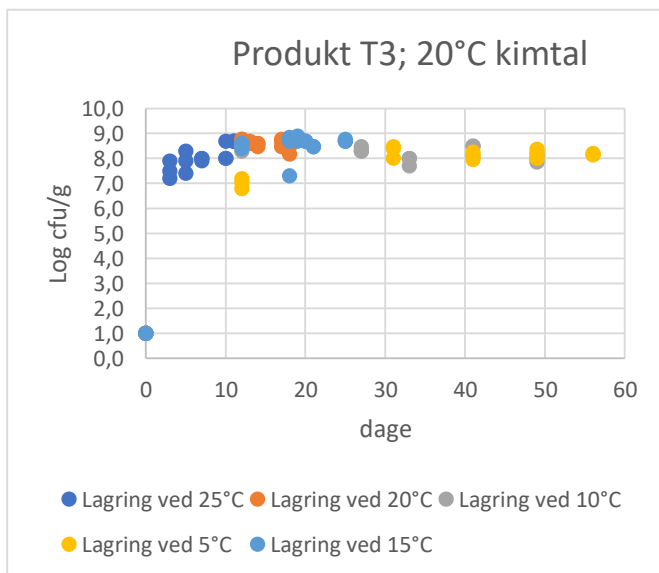


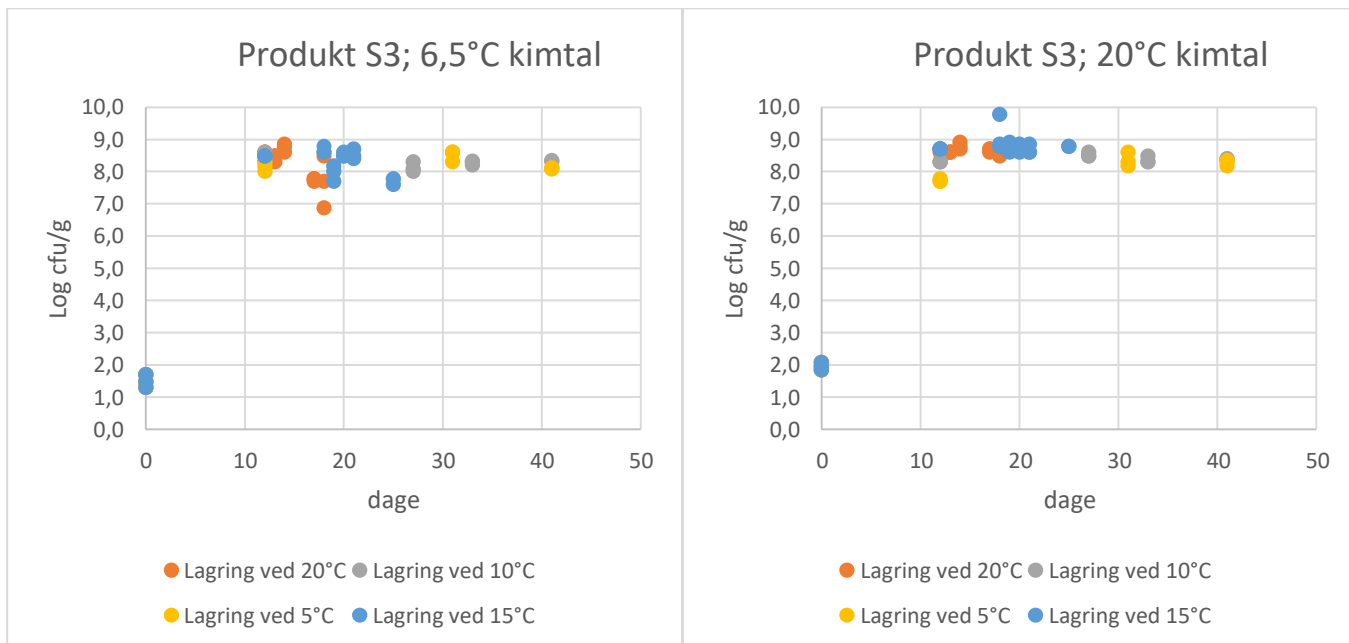


Vækst under lagring ved 5-25°C

Data i de følgende figurer viser, at for mange serier er kimtallet ved første udtag (t1) efter lagringens start (t0) over 7 log cfu/g. Disse data kan ikke anvendes til fastlæggelse af tiden til log 6 hhv. tiden til log 7. Data, hvor mindst 1 punkt ved udtag til t1 er under 7 log, anvendes til beregning af Q_{10} . Følgende kan anvendes: Produkt T1 (25°C, 15°C, 10°C, 5°C); Produkt T2 (15°C, 5°C); Produkt T3 (5°C); Produkt T4 (ingen data); Produkt S3 (ingen data).

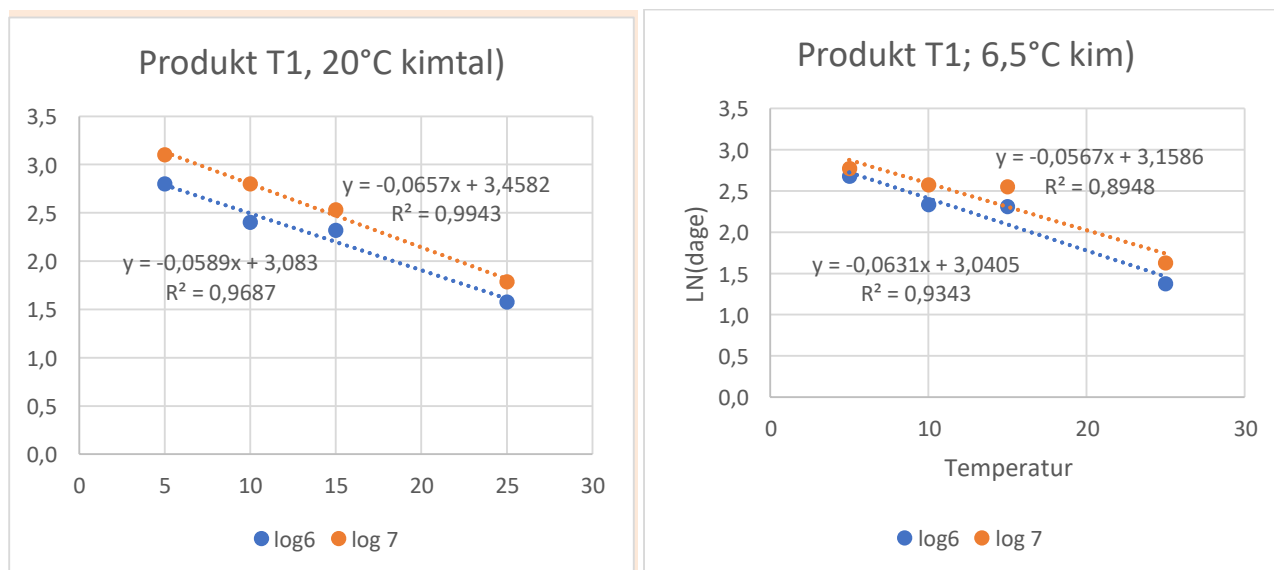






Beregnete Q_{10} -værdier (kimal)

Data blev indtastet i DMFit, og tiden til log 6 hhv. log 7 blev aflæst fra den fittede vækstkurve. Data, hvor første udtag (efter dag 0) er over 7 log, indgår ikke i beregningen. For produkt T1 er det muligt at lave en ret linje mellem 5, 10, 15 og 25°C, til trods for at sammenligningen mellem mesofile og psykrotrofe kimal indikerer, at kun data for 5 og 10°C har sammenlignelig flora, hvad angår væksttemperatur. En ret linje bør ikke tegnes mellem 2 punkter og er derfor udeladt.





Sensorik (lugtbedømmelse på skalaen 1-4: 1 og 2 er acceptable, 3 og 4 unacceptable)

De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2. De sensoriske bedømmelser pr. pakke produkt er vist i de følgende figurer. Heraf ses forskellige variationer for produkterne:

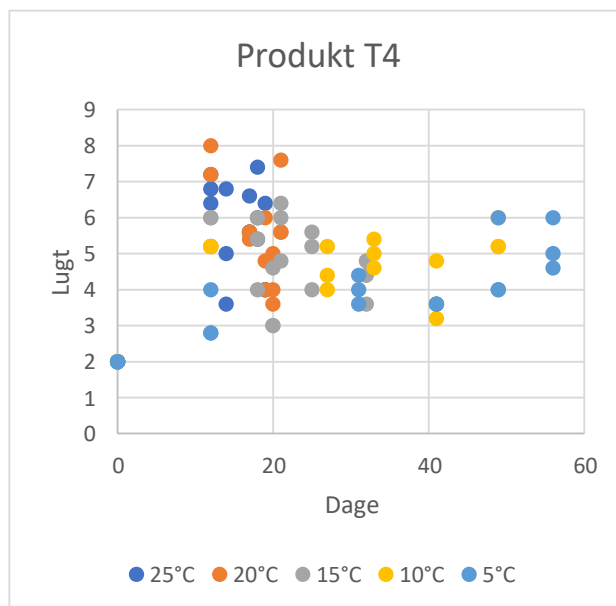
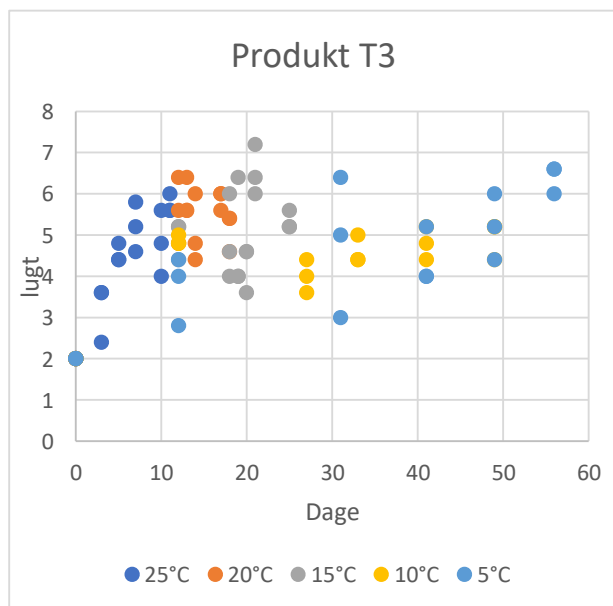
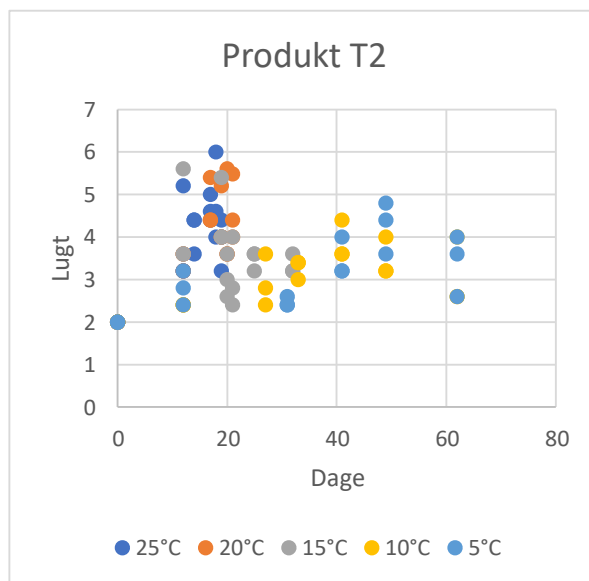
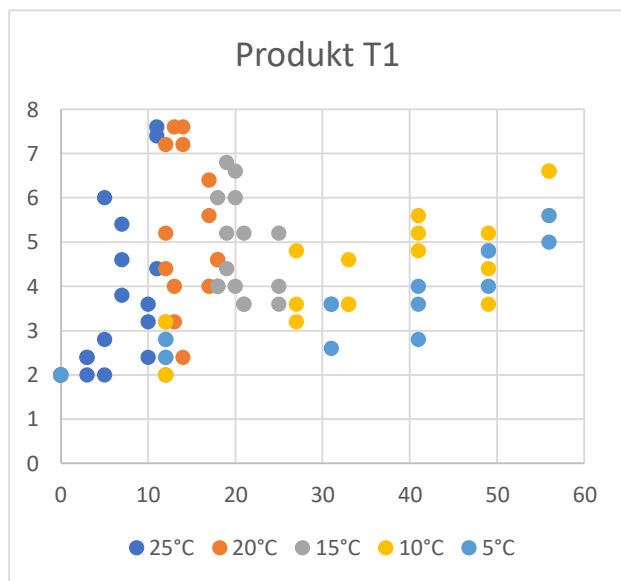
For produkt T1 ses, at der er stor variation på lugtbedømmelse mellem pakker behandlet ens. Dette er for produkt T1 især tydeligt, når produkterne lagres ved 20°C og 25°C og til dels ved 15°C. Ved 10°C og 5°C er variationen mellem pakker mindre.

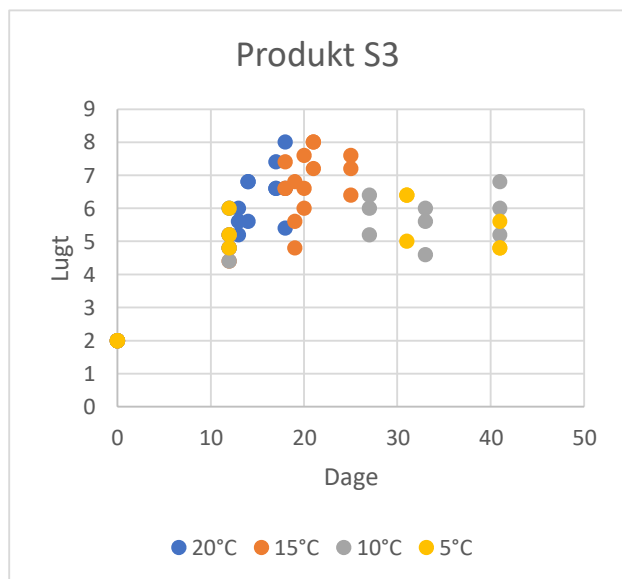
For produkt 2 er variationen mellem pakker mindre. Men til gengæld ses kun karakterer over 5 ved temperaturerne 20°C og 15°C. Ved 10°C og 5°C er højeste karakter kun ca. 4. Det kan enten betyde, at produkterne ved 20-25°C fordærver på en anden måde end ved 5-10°C, eller at produkterne ved 5-10°C ikke har nået maksimalt fordærv. Data fra 15°C ser mystiske ud, idet nogle produkter dømmes dårlige lige så tidligt som lagring ved 25°C.

For produkt T3 er der nogen variation mellem pakker, men der ses en udvikling over tid. Ligeledes nås karakteren 5-6 for en del pakker. Kun under lagring ved 10°C er lugt=5 det maksimale, der nås. Alle serier har også pakker med lugt<4 ved første udtag.

For produkt T4 er produkt lagret ved 10-25°C fordærvet ved første udtag, så der er kun brugbare data fra lagring ved 5°C. Det betyder, at Q_{10} ikke kan beregnes for dette produkt.

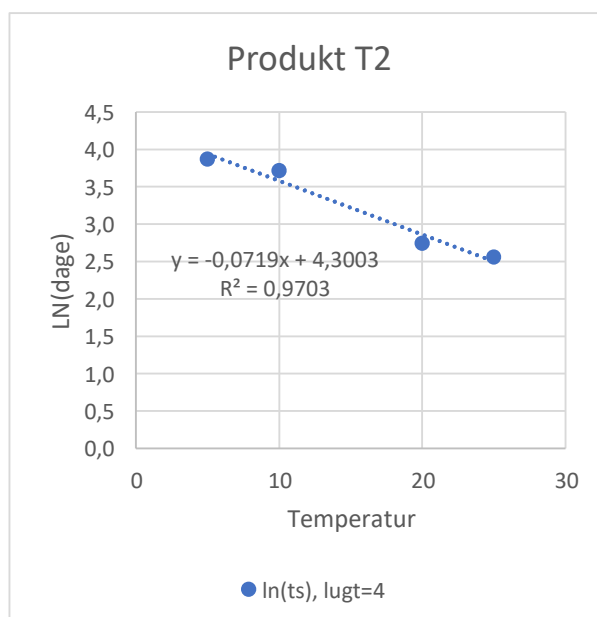
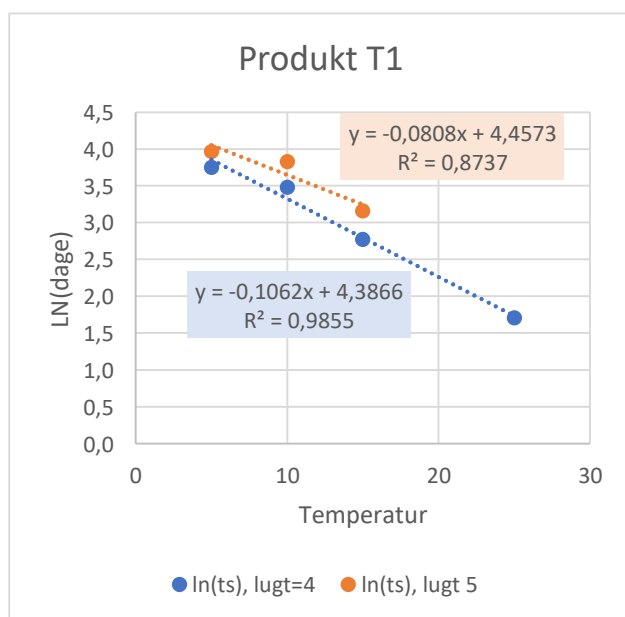
For produkt S3 er lugtkarakteren over 4 ved første udtag for alle temperaturer. Det betyder, at Q_{10} ikke kan beregnes for dette produkt.

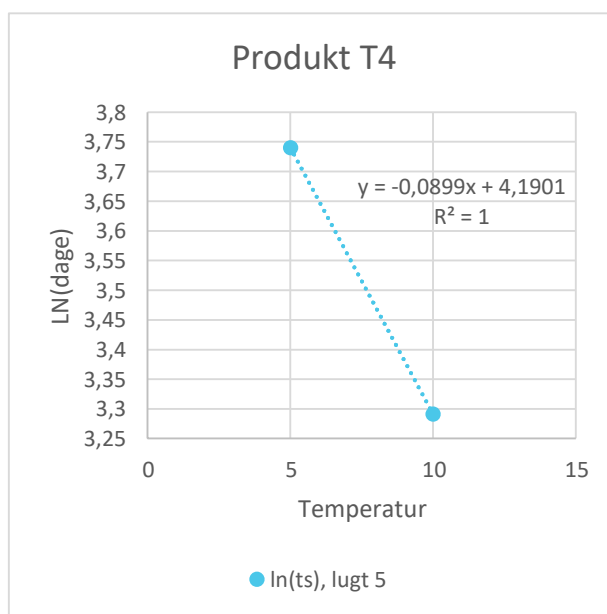
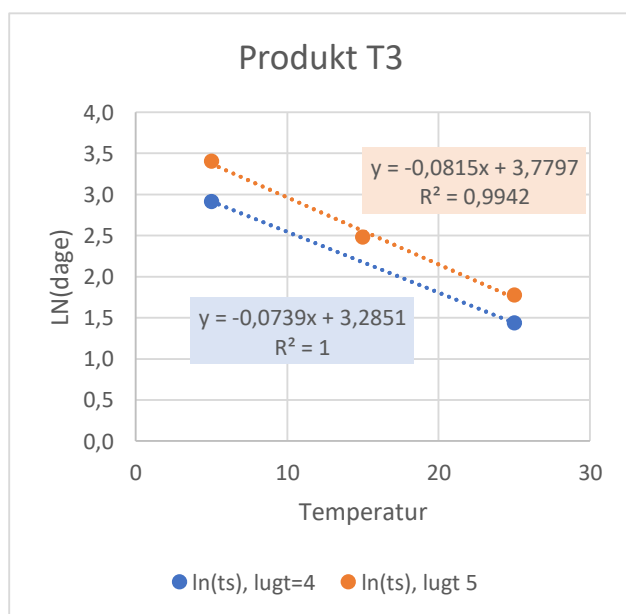




Beregnete Q_{10} -værdier (lugt)

De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2 og indtastet i DMFit, og tiden til lugt=4 og lugt=5 blev aflæst. Kun for produkterne T1, T2 og T3 er der på minimum 1 kurve tre punkter. For produkt T3 og T4 indgår kun 2 punkter i beregningen. For produkt S3 er det ikke muligt at aflæse tid til lugt=4 eller lugt=5.







Florasammensætning

Pålæg lagret ved 5°C, 10°C, 15°C, 20°C og 25°C

Produkt T1

Visuelt ses, at lagring ved de forskellige temperaturer resulterer i forskellige floraprofiler for produkt T1. Men det ses også, at der er nogen variation mellem pakker lagret ved samme temperatur. Det er svært at afgøre visuelt, om prøvernes bakterieflora er ens. 20°C giver en profil, som afviger fra de andre. Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C kan accelereres ved 10°C (P-10°C=0,12; P-15°C= 0,30; P-20°C= 0,82; P-25°C=0,06.

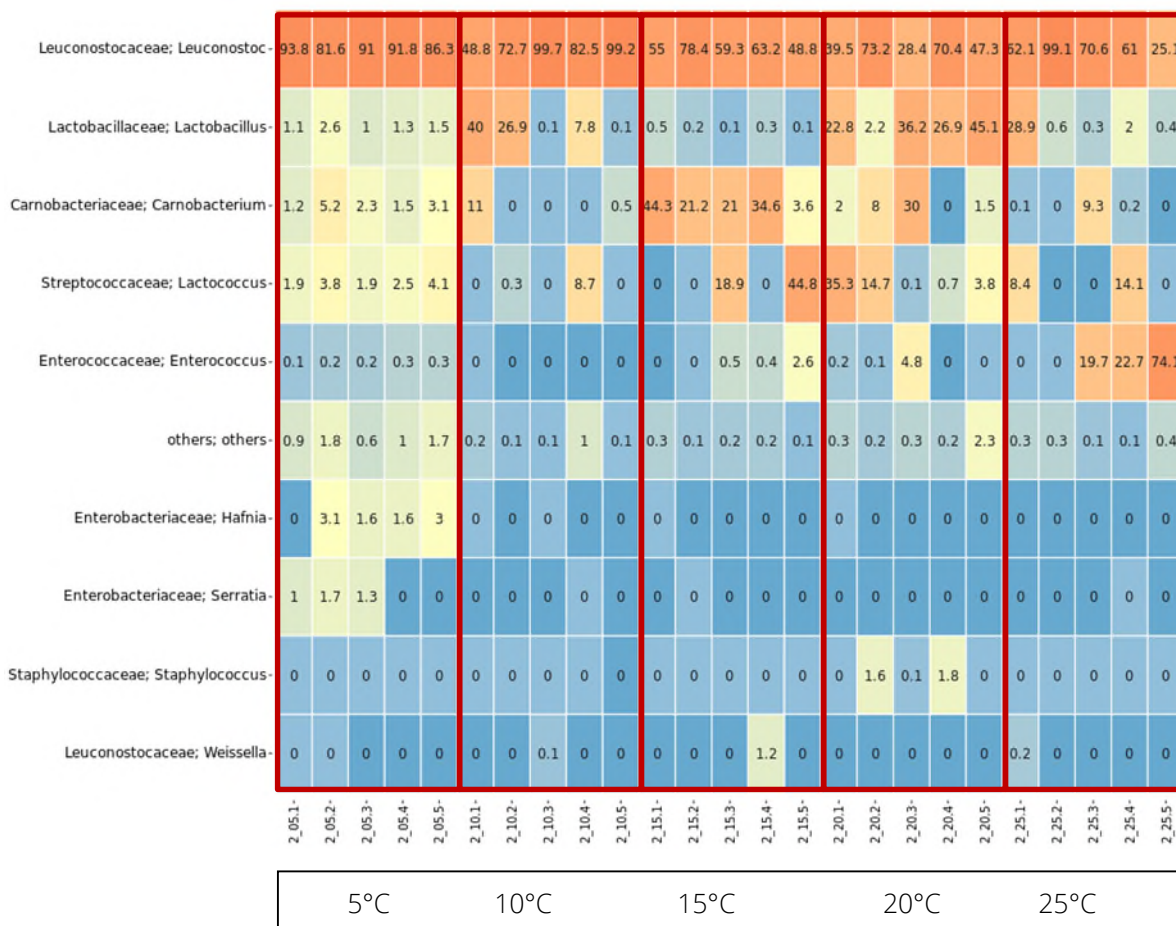
Produkt T1:

Leuconostocaceae; Leuconostoc-	3.5	1.3	0.9	0.5	0	39.9	24.1	64.5	77.2	83.3	30.5	12.3	57.5	28.4	46.9	41.8	97.4	86.6	41.5	68.8	5.1	32.7	55.8	31.2	30	26.4	43.1	58.3	81.1	
Carnobacteriaceae; Carnobacterium-	0.3	0	0.7	0.2	0.5	47.9	58.7	14.3	0.1	0.1	13.5	0.3	12.7	2.8	12.5	0.1	0.1	3.4	0.3	14.4	71.8	0	12.1	0.8	1.1	4.5	1.2	8.3	13.4	
Lactobacillaceae; Lactobacillus-	1.8	2.2	3.5	3.2	0.7	0.2	5.6	14.9	20.7	15.7	45.1	6.4	26.2	68.1	18.4	0.2	0.3	0	13.5	4.5	22.8	2.7	0.2	0.1	0.1	0	0.2	0	0.1	
others; others-	52.8	47.3	24.9	40.7	53.1	0.2	1.2	1.7	1.2	0.5	0.2	37.5	0	0.4	0	0.3	0.2	0.7	0	0	0.2	0	0	0	0	0.1	0	0.9	0	0.1
Bacillaceae-I; Bacillus-	18.9	35.9	50	46.4	32.5	0	0	0	0	0	7.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Staphylococcaceae; Staphylococcus-	8.4	1.7	4.4	1.3	2.9	0	0	0	0	0	7.3	0	0.1	0	0	0	0	0	0	12.2	0	2.3	22	0	10	10.4	15.8	10.4	0.3	
Enterococcaceae; Vagococcus-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.9	0.9	7.3	0	0	0	0	19.9	6.9	0	0	0	0	
Streptococcaceae; Streptococcus-	4.1	1.2	0	2.2	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51.4	0.9	0.1	22.9	0	
Enterobacteriaceae; Hafnia-	0	0	0	0.8	0.4	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	33.8	0	0	0	0	47.9	0	0	0	0	
Enterobacteriaceae; Morganella-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	56.8	0.1	0	0	0	0	0	0	
Enterobacteriaceae; Proteus-	0	0	0.7	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	55.8	0.1	0	0	
Streptococcaceae; Lactococcus-	0.3	1.4	0.6	0.7	0.3	0	0.1	0.4	0.1	0.1	9.9	0	0	0	14.6	0	0	6.4	3.7	0	0	0	0	0	0	2.1	2.2	0	0	
Corynebacteriaceae; Corynebacterium-	5.3	1	3.5	1.1	3.8	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pseudomonadaceae; Pseudomonas-	3.8	7.5	10.5	2.5	3.2	0.1	0.7	1.4	0.7	0.3	1.8	0	0.2	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Enterobacteriaceae; Serratia-	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	
Leuconostocaceae; Weissella-	0	0	0	0	0	0.3	7.4	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	3.8	0	4.8	
Enterobacteriaceae; Yersinia-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	0	6	0	0.1	0.3	0	0	0	5.4	0	0	0	0	0	0.1	0	0	
Enterococcaceae; Enterococcus-	0	0.3	0.1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.4	0	0	0	0	0	9.8	0.1	0.1	0	1.5	0	0.1		
Vibrionaceae; Vibrio-	0	0	0	0.2	11.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Listeriaceae; Brochothrix-	0.6	0.2	0	0	0	0	2.2	1.2	0	0	0.7	0	0.2	0	0.3	0	0	1.2	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	T1_01-	T1_02-	T1_03-	T1_04-	T1_05-	T1_051-	T1_052-	T1_053-	T1_054-	T1_055-	T1_101-	T1_102-	T1_103-	T1_105-	T1_151-	T1_152-	T1_153-	T1_154-	T1_155-	T1_201-	T1_202-	T1_203-	T1_204-	T1_205-	T1_251-	T1_252-	T1_253-	T1_254-	T1_255-	
	Start	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C																								



Produkt T2

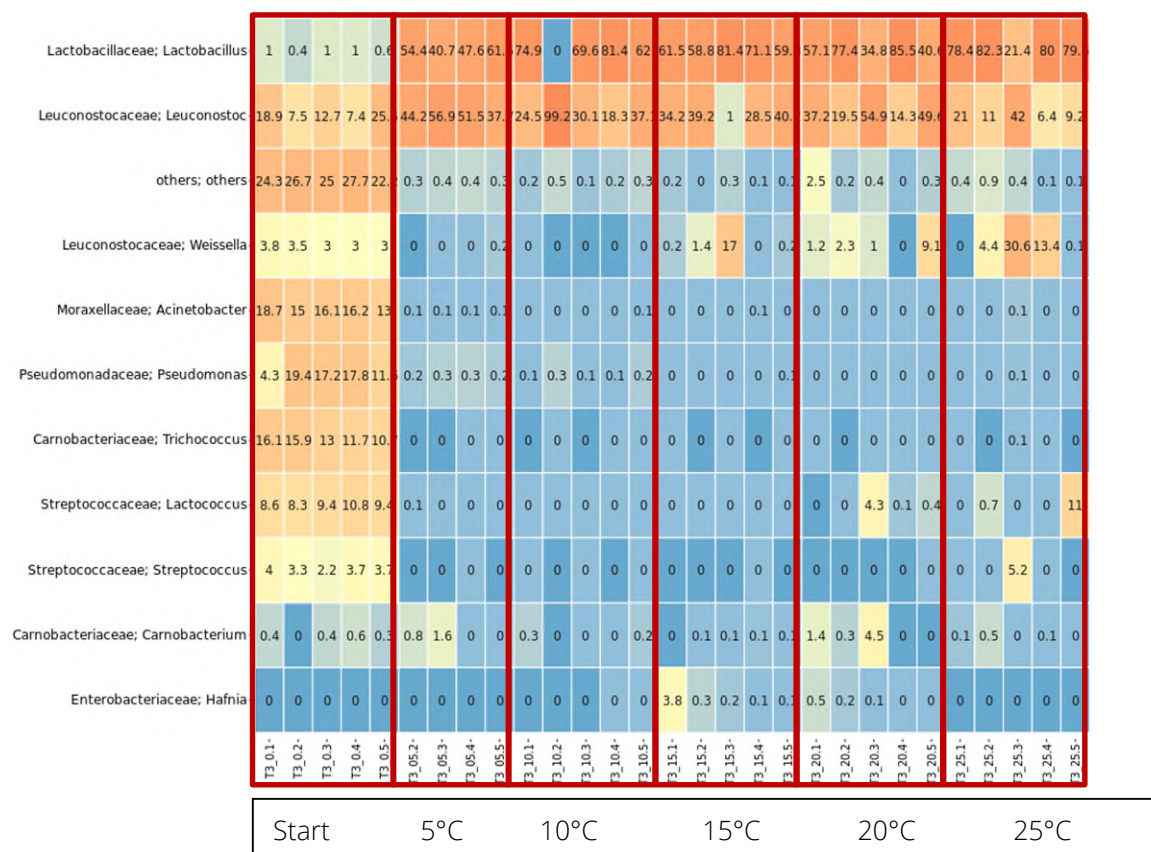
Visuelt ses, at lagring ved de forskellige temperaturer resulterer i forskellige floraprofiler for produkt T2. Der er også nogen variation mellem pakker lagret ved samme temperatur. Det er svært at afgøre visuelt, om prøvernes bakterieflora er ens. Men det synes tydeligt, at florasammensætningen ved 5°C er forskellig fra de øvrige temperaturer. Dog skal det bemærkes, at ved 5 og 10°C domineres floraen entydigt af *Leuconostoc*. Det ændres ved de højere temperaturer. Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C kan accelereres ved 10°C (P-10°C=0,15), men ikke ved P-15°C=0,0078; P-20°C= 0,0089 og P-25°C=0,050.





Produkt T3

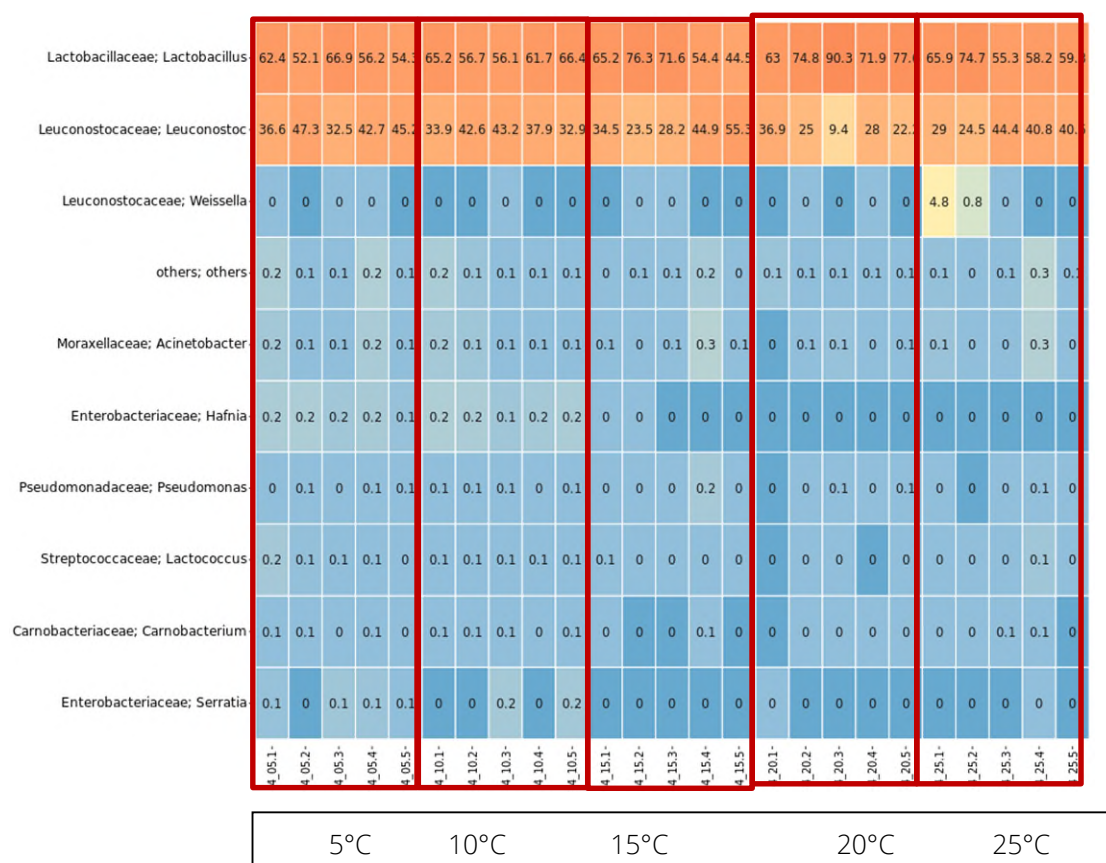
Visuelt ses, at florasammensætningen i produkt 3 ved lagringens start er meget forskellig fra sammensætningen ved afslutning af lagringsforsøgene. Florasammensætningen efter lagring ved 5°C og 10°C ser ens ud, mens 15-25°C har anderledes profiler. Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C kan accelereres ved 10°C (P-10°C=0,75) men ikke ved P-15°C=0,059; P-20°C= 0,46 og P-25°C= 0,087 (NB! 20°C er ikke statistisk forskellig fra 15°C, men det giver ikke mening, at 20°C dur, når 15°C ikke dur. Dette resultat viser, at der vil være meget variation i florasammensætningen, og at statistiske analyser kan føre til fejltolkninger, dersom de ikke kombineres med visuel vurdering).





Produkt T4

Visuelt ser florasammensætningen i produkt 4 ens ud ved lagring ved de fem temperaturer. Kun en enkelt pakke er lidt anderledes efter lagring ved 20°C hhv. 25°C. Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C kan accelereres ved 10°C og 15°C (P-10°C=0,44; P-15°C=0,52), men ikke ved 20°C og 25°C (P-20°C= 0,016 og P-25°C= 0,30). Denne statistiske forskel må skyldes, at der stort set ingen variation er mellem pakker lagret ved samme temperatur. Derfor betyder en lille forskel meget for det statistiske resultat ved analysen.





Produkt S3

Visuelt ses, at florasammensætningen i produkt S3 ved lagringens start er meget forskellig fra sammensætningen ved afslutning af lagringsforsøgene. Florasammensætningen efter lagring ved 5°C og 10°C ser ens ud, mens 15-20°C har anderledes profiler. Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C kan accelereres ved 10°C (P-10°C=0,15), men ikke ved P-15°C=0,0088 eller P-20°C= 0,0084.

Lactobacillaceae; Lactobacillus	0.9	1.2	0.9	0.9	1.6	76.1	70.2	82.3	78.1	72.9	87.3	73.7	85.5	79	81	81.1	81.4	84.1	81	84.5	81.6	78.8	88.2	
Leuconostocaceae; Leuconostoc	9.2	24.5	9.2	10.3	19.7	23.6	29.3	17.3	21.7	27	12.1	25.7	14.2	20.6	17.4	17.5	8	13	15.4	11.5	8	12.3	4.4	
others; others	26.5	18.8	26.9	26.3	21.7	0.1	0.2	0.2	0.1	0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0.5	0.1	
Moraxellaceae; Acinetobacter	14.7	14	18.6	17.4	15.3	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pseudomonadaceae; Pseudomonas	14.2	11.4	18.2	14.4	13.7	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0.2	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carnobacteriaceae; Trichococcus	11.4	13.5	10.3	13.5	12.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Leuconostocaceae; Weissella	2.7	3.6	3.1	3.2	3.4	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0	1.1	1.1	10.3	2.5	2.9	0.7	7.3	2.9	1.4	
Streptococcaceae; Lactococcus	7.4	9.4	7.4	10.5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.1	0	0.6	0	0	0.1	0.4	
Streptococcaceae; Streptococcus	12.8	3.2	4.9	3.4	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lactobacillaceae; Pediococcus	0.2	0.5	0.5	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0.2	0	3.3	3	5.4	5.6	
	S3_01-	S3_02-	S3_03-	S3_04-	S3_05-	S3_05.1-	S3_05.2-	S3_05.3-	S3_05.4-	S3_05.5-	S3_10.1-	S3_10.2-	S3_10.4-	S3_10.5-	S3_15.1-	S3_15.2-	S3_15.3-	S3_15.4-	S3_15.5-	S3_20.1-	S3_20.2-	S3_20.4-	S3_20.5-	
	Start					5°C					10°C				15°C					20°C				



Forsøg 3. Skinke, Mettwurst og Vego (5, 15 og 20°C)

Konservering

Skinke: pH 6,3, salt, laktat, nitrit

Mettwurst: pH 6,1, salt, laktat, nitrit

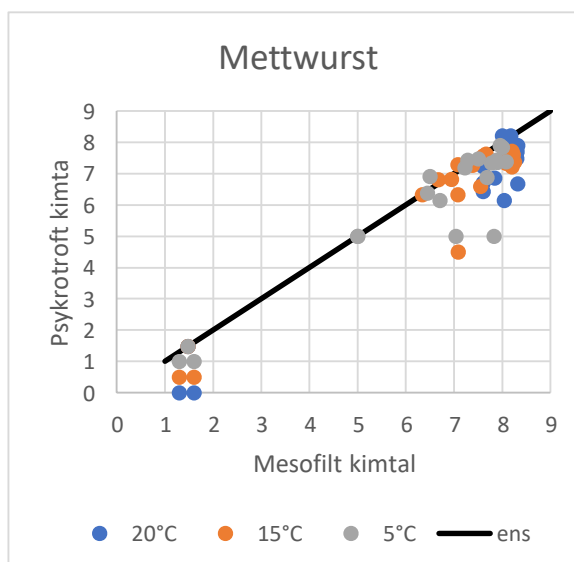
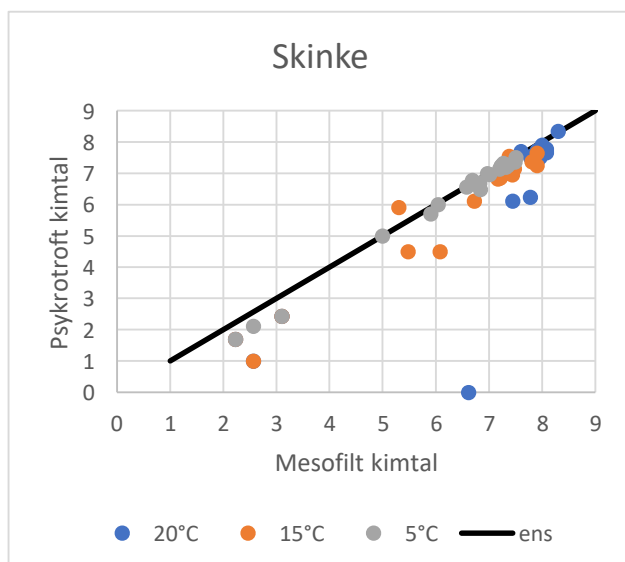
Vego: pH 5,4, salt, laktat, nitrit

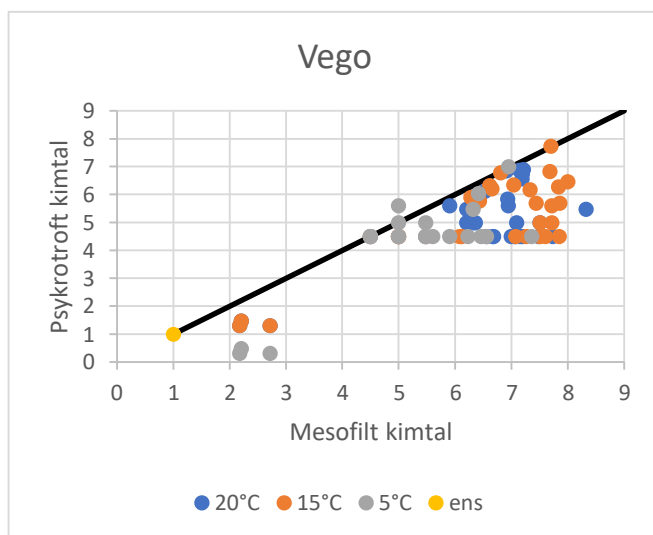
(Eksakte data findes i rådata)

Mikrobiologi

Sammenhæng mellem 6,5°C-kimtal og 20°C-kimtal

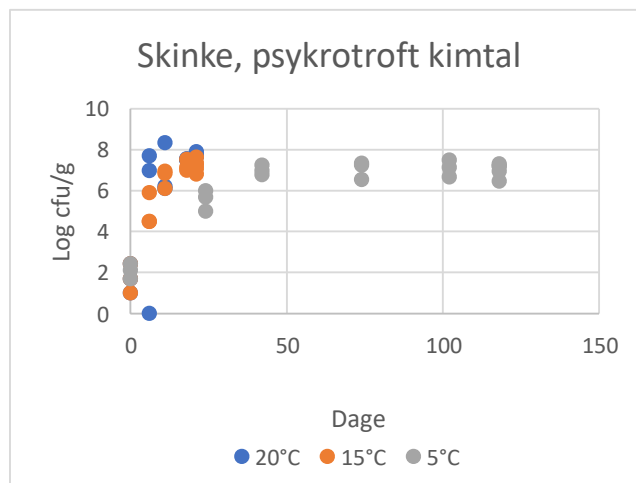
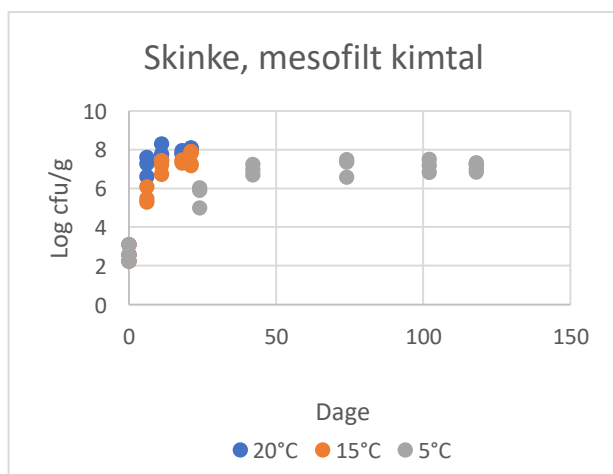
Lagring ved 15°C og 20°C giver for nogle pakker væsentligt højere mesofile kimtal end psykrotrofe kimtal ved analyse af samme prøve. Det indikerer, at der i produkterne lagret ved accelereret temperatur kan vokse en flora frem, som ikke kan vokse ved 5°C, og som dermed ikke kan medvirke til at fordæve produktet ved den lavere temperatur. Dette gælder for alle 3 produkter: skinke, Mettwurst og Vego. For produktet Vego ses endvidere, at produkter lagret ved 5°C også giver forskellige kimtal ved analyse for psykrotrofe kim på BHI (6,5°C) og for mesofil på BHI (20°C). Denne observation kan ikke umiddelbart forklares.

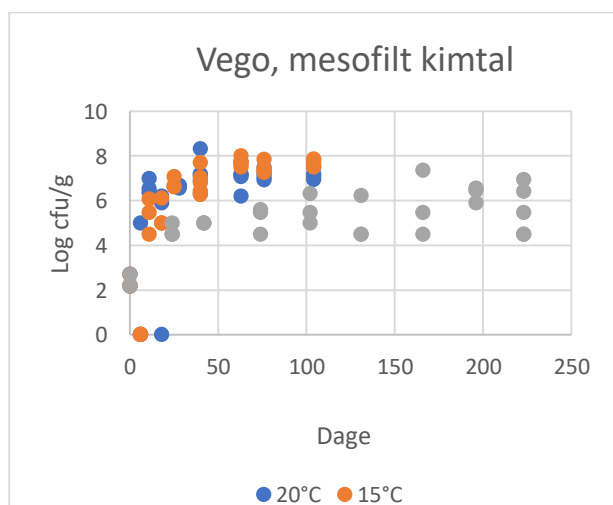
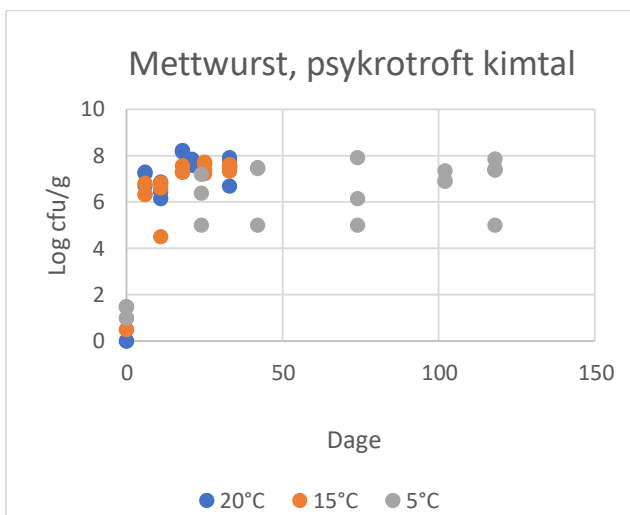
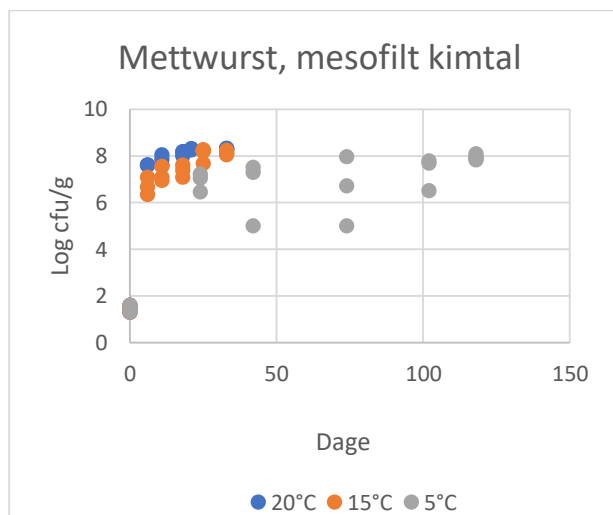




Vækst under lagring ved 5-20°C

Lagring af skinke ved 15°C og 20°C har næsten samme stigning i kimtal. For Mettwurst ses også næsten samme vækst ved 15°C og 20°C. I Vego er det kun muligt at bestemme kimtal på APT ved 20°C. Væksten på BHI-plader ved 6,5°C er mindre og meget varieret. Lagring ved 5°C giver stor variation i kimtallet mellem pakker af Mettwurst hhv. Vego udtaget på samme dag.





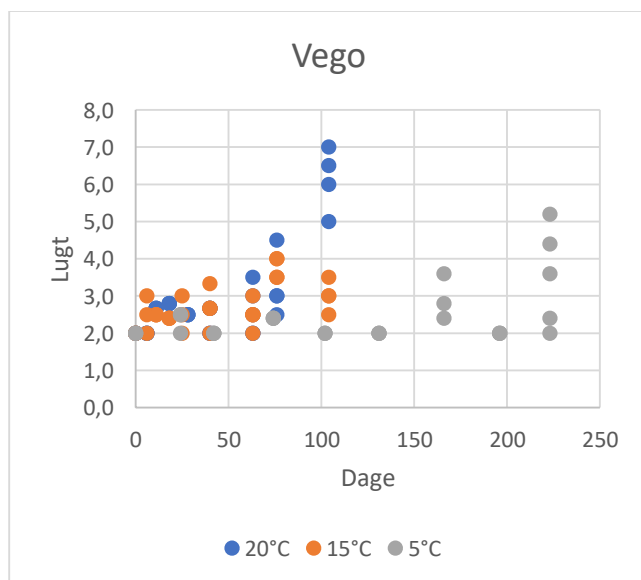
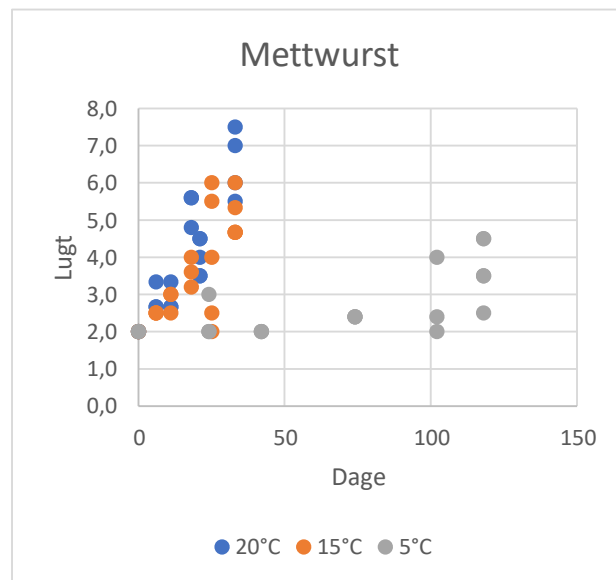
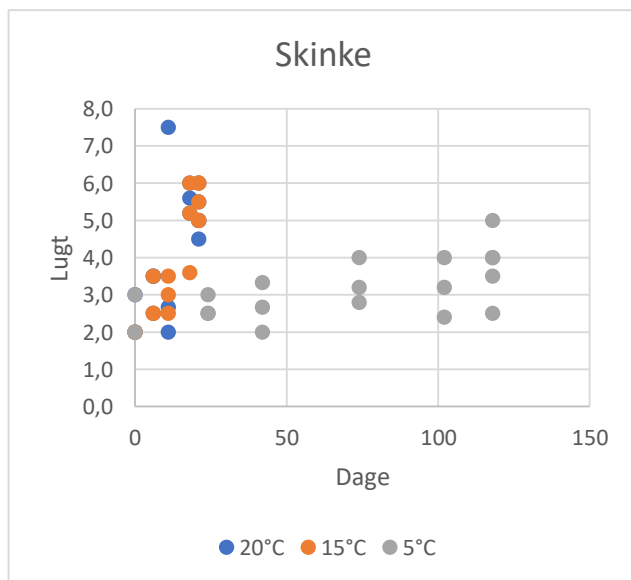
Kun sporadiske data på BHI, 6,5°C

Beregnete Q_{10} -værdier (kimtal)

Data blev indtastet i DMFit, og tiden til log 6 hhv. log 7 blev aflæst fra den fittede vækstkurve. Data, hvor første udtag (efter dag 0) er over 7 log, indgår ikke i beregningen.

Sensorik (lugtbedømmelse på skalaen 1-4: 1 og 2 er acceptable, 3 og 4 unacceptable)

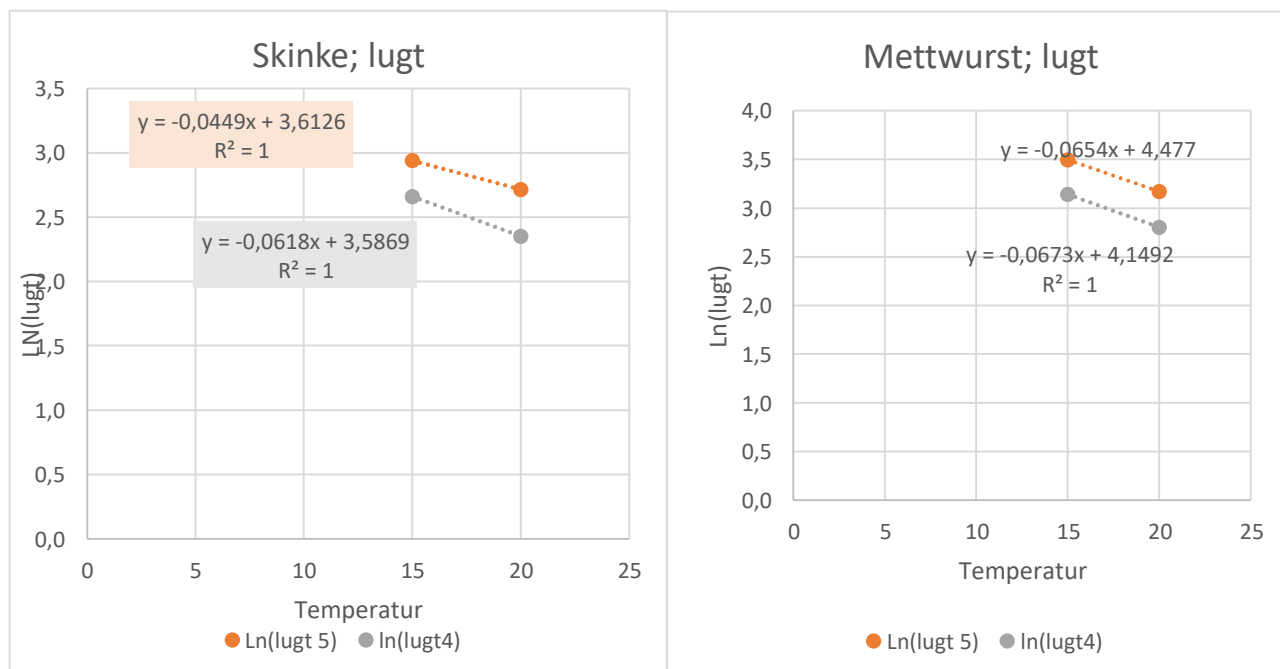
De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2 og indtastet i DMFit, og tiden til lugt=4 og lugt=5 blev aflæst. Lugt=4 er OK, og lugt=5 er grænsen for accept. Resultaterne viser stor variation i lugtkarakter mellem pakker. For skinke og Mettwurst nås karakteren 4 ved alle lagringstemperaturer. Men lugt=5 nås kun i produkter lagret ved 20°C. For Vego nås 4 for alle produkter i mindst 1 pakke, men der er stor variation mellem pakker. Lugt 5 nås ved 20°C og ved 5°C. Under lagring ved 5°C er der fx pakker med lugt=2 (friske) og pakker med lugt=5.





Beregnete Q_{10} -værdier (lugt)

De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2 og indtastet i DMFit, og tiden til lugt=4 og lugt=5 blev aflæst. For skinke og Mettwurst kan der aflæses tid til lugt=4 ved 20°C, og 15°C. Værdien er meget usikkert bestemt ved 5°C og indgår derfor ikke i Q_{10} -beregningen. For Vego kan der kun estimeres en tid til lugt=4 og lugt=5 ved 20°C. Derfor kan der ikke beregnes en Q_{10} -værdi for Vego.





Florasammensætning – Pålæg lagret ved 5°C, 15°C og 20°C

Produkt skinke

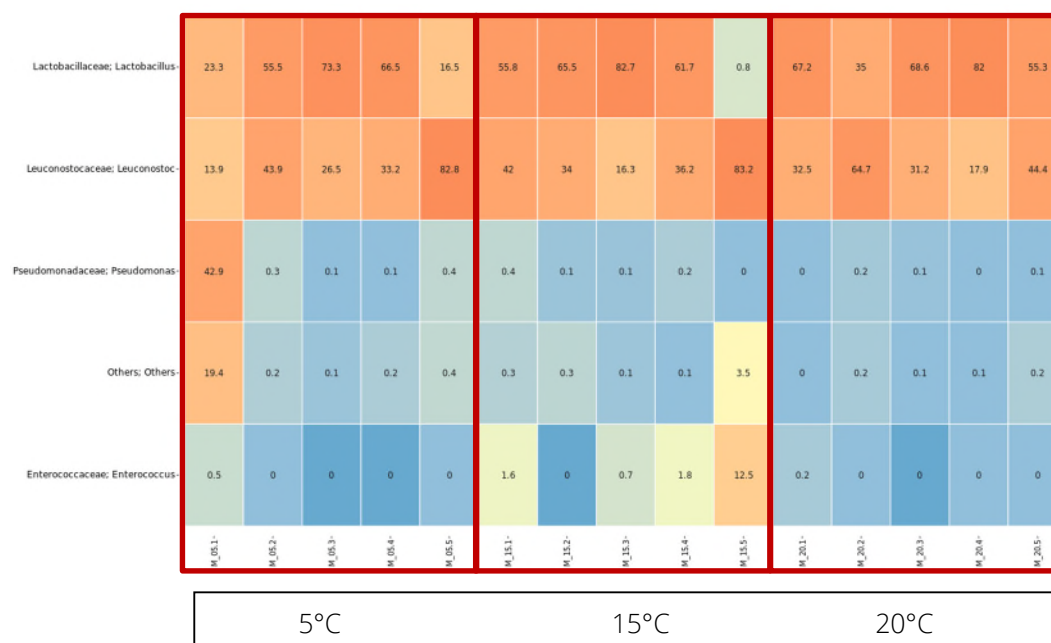
Visuelt ses, at lagring ved 5°C giver en profil, som afviger fra de andre. Flere forskellige bakterier bliver dominerende ved de højere temperaturer. Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C IKKE kan accelereres ved 15°C og 20°C (P-15°C= 0,0079; P-20°C= 0,0082).

Leuconostocaceae: Leuconostoc-	92	73.1	82.1	59.1	48.9	44.1	32.4	42.2	40.4	32.1	26.4	30.6	36.4	29.4	32.7
Enterococcaceae: Tetragenococcus-	0	0	0	0	0	14.4	33.9	32.1	4.9	11.2	46.9	40.1	45.3	59.3	25.6
Enterococcaceae: Enterococcus-	0.3	0	15	33.1	0	25.7	17.4	3.6	13.5	29.2	6.2	11	16.2	8.7	5
Carnobacteriaceae: Carnobacterium-	2	1.5	0	0.2	0	12.5	13.4	18.3	37.8	4.8	6.1	0.3	0.4	0.2	1
Lactobacillaceae: Lactobacillus-	1	21.5	0.9	0.1	50.5	1.3	0.2	0.2	0.9	0.1	0.2	1.1	0.6	0.4	0.1
Enterococcaceae: Vagococcus-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.9	12.8	15.4	0.1	1	33.2
Halomonadaceae: Halomonas-	3.6	2.9	1.6	4.2	0	1.6	1.9	2.8	1.6	0.7	0.7	1	0.7	0.7	1.9
Enterobacteriaceae: Morganella-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.8	0	0	0	0	0
Others: Others-	1	0.9	0.5	3.3	0.6	0.4	0.8	0.8	0.8	0.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.5
	S ₅ 1-	S ₅ 2-	S ₅ 3-	S ₅ 4-	S ₅ 5-	S ₁₅ 1-	S ₁₅ 2-	S ₁₅ 3-	S ₁₅ 4-	S ₁₅ 5-	S ₂₀ 1-	S ₂₀ 2-	S ₂₀ 3-	S ₂₀ 4-	S ₂₀ 5-
	5°C					15°C					20°C				



Produkt Mettwurst

Visuelt ses, at lagring ved 5°C, 15°C og 20°C giver ensartede profiler for florasammensætning. Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C kan accelereres ved 15°C og 20°C (P-15°C= 0,82; P-20°C=0,56).





Produkt Vego

Visuelt ses, at lagring ved 5°C giver en florasammensætning, som ikke ligner den, der findes ved 15°C og 20°C. Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C IKKE kan accelereres ved 15°C og 20°C (P-15°C= 0,0088; P-20°C=0,0084).

Lactobacillaceae: Lactobacillus	0.3	9.9	17.1	2.1	0.2	76.6	75.1	59.9	59.5	81.9	42.5	38.6	41.7
Xanthomonadaceae: Xanthomonas	64.7	16.5	55.6	10.5	69.9	1.8	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.9	0.4
Corynebacteriaceae: Corynebacterium	0.1	0	0.2	0.1	0.1	10.1	17.2	23.6	21.4	3.6	31.7	7.1	20.1
Enterococcaceae: Enterococcus	24.5	4.8	21.2	3.9	23.1	0.5	3.6	0.9	0.2	1.2	3.1	22	4.5
Propionibacteriaceae: Propionibacterium	0.1	0	0	0	0	10.4	3.5	3.9	1.5	12.8	16.4	27.4	26.4
Leuconostocaceae: Leuconostoc	0.1	67.2	0.2	0	0.2	0	0	7.1	17	0	0.1	0	3.1
Leuconostocaceae: Weissella	0.1	0	0.1	82	0.2	0	0.3	0.1	0	0	0	0	0
Streptococcaceae: Lactococcus	0.1	0	0	0	0.1	0	0	3.9	0	0	5.5	3.7	3.4
others: others	5.7	0.8	2.9	0.9	3.4	0.5	0	0	0	0.1	0.1	0.3	0.4
Streptococcaceae: Streptococcus	1.8	0.4	1.7	0.2	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0
Remaining taxa (2)	2.5	0.2	0.9	0.2	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0
	V05TB-	V05TB-	V05TB-	V05TB-	V05TB-	V15TB-	V15TB-	V15TB-	V15TB-	V20TB-	V20TB-	V20TB-	V20TB-
	5°C					15°C				20°C			



Forsøg 4. Skinke, hamburgerryg og frikadellepølse (3, 5 og 8°C)

Konservering

Familieskinke: pH 6,3, salt, nitrit

Hamburgerryg: pH 6,3, salt, nitrit

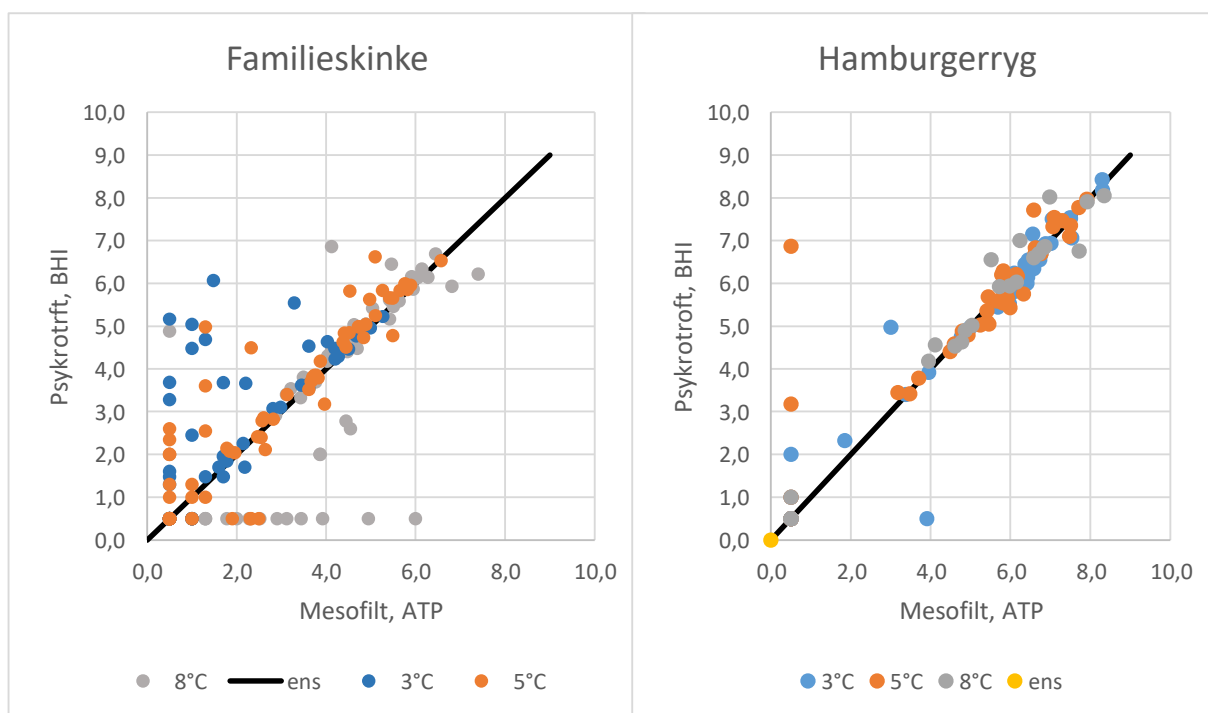
Frikadellepølse: pH 6,2, salt, laktat

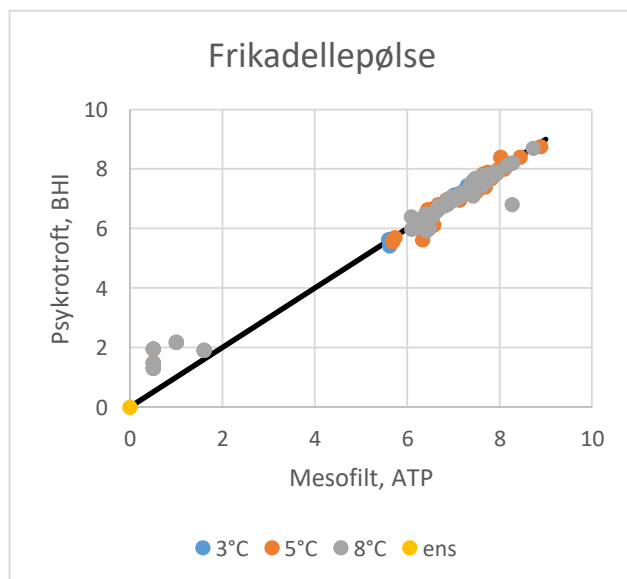
(eksakte data findes i rådata)

Mikrobiologi

Sammenhæng mellem mesofilt og psykrotroft kimtal

Der er god sammenhæng mellem de to kimtal for hamburgerryg og frikadellepølse. For familieskinke er der derimod meget stor forskel på kimtallene. Der ses høje psykrotrofe kimtal (BHI, 6,5°C) sammen med lave mesofile kimtal (APT, 20°C) og omvendt. Familieskinken er også kendetegnet ved at have meget stor variation i kimtal mellem pakker på samme udtagningsdag.





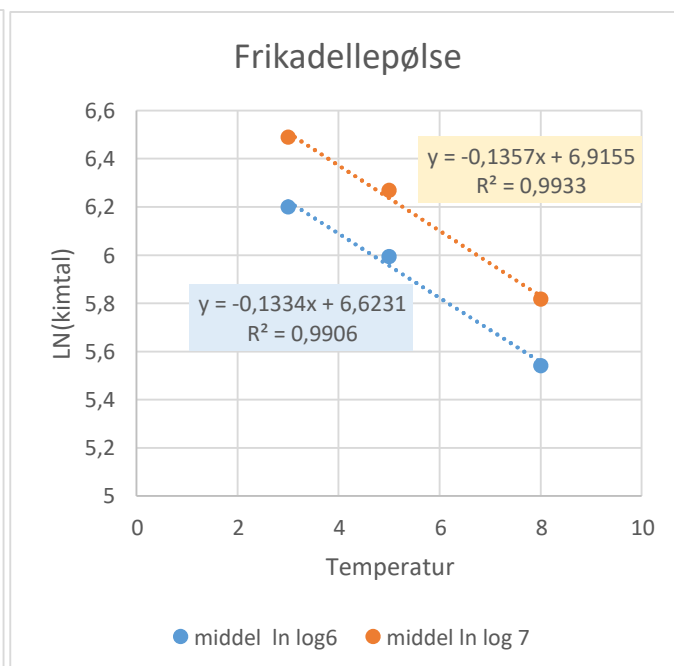
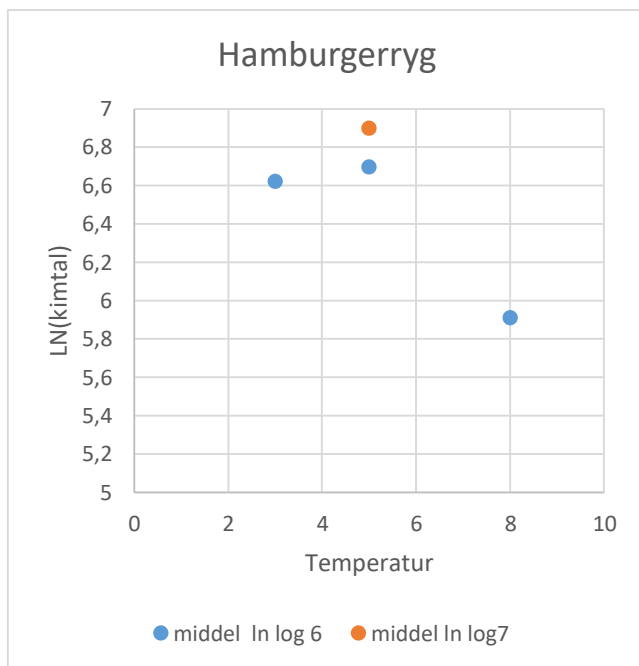
Vækst under lagring ved 3, 5 og 8°C

Under lagring af familieskinke ved 3, 5 og 8°C nås log 6 og log 7 ikke. Derfor kan Q_{10} for mikrobiel vækst ikke beregnes.

For hamburgerryg nås log 7 kun ved 5°C, og der er ingen retlinjet sammenhæng for tiden til log 6. Derfor kan Q_{10} ikke beregnes. For frikadellepølse kan Q_{10} for tiden til log 6 og log 7 beregnes.

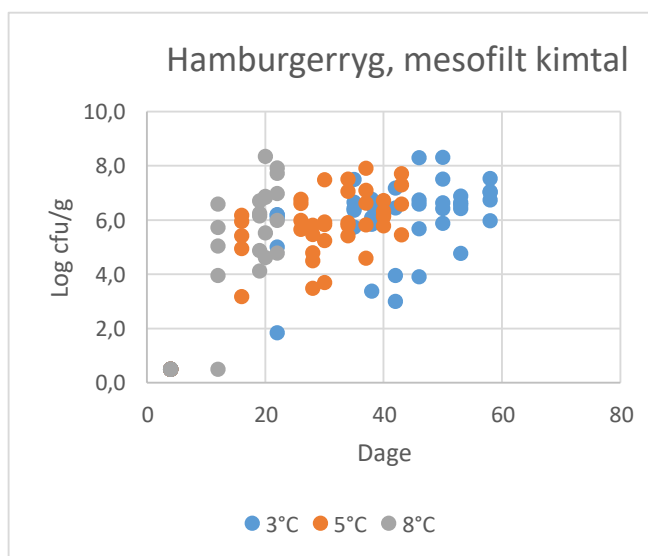
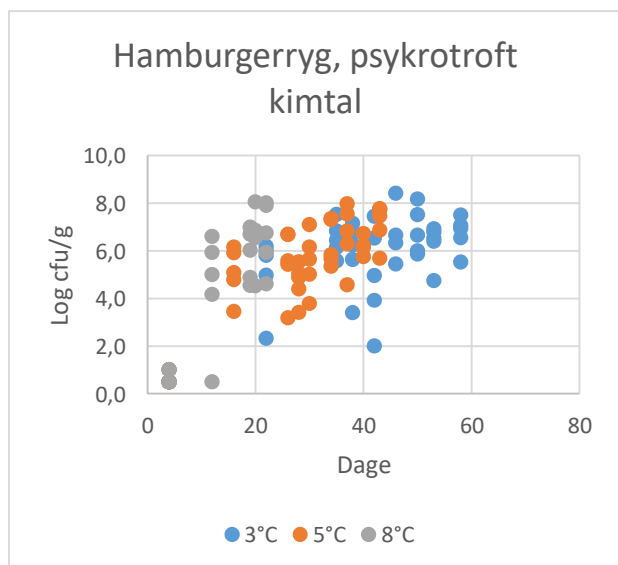
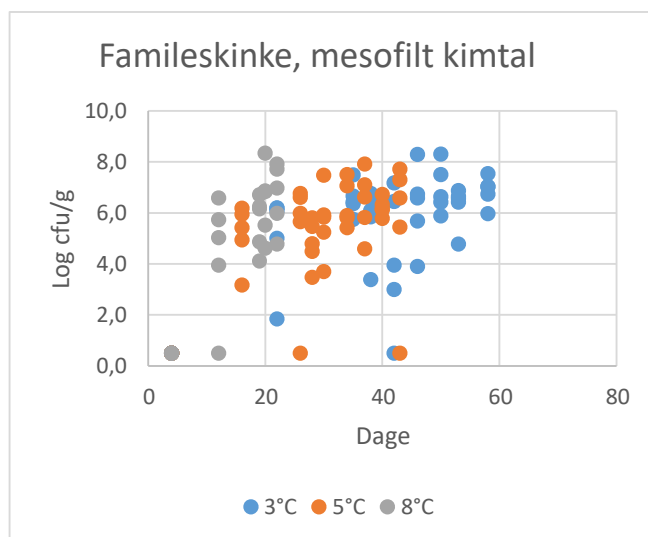
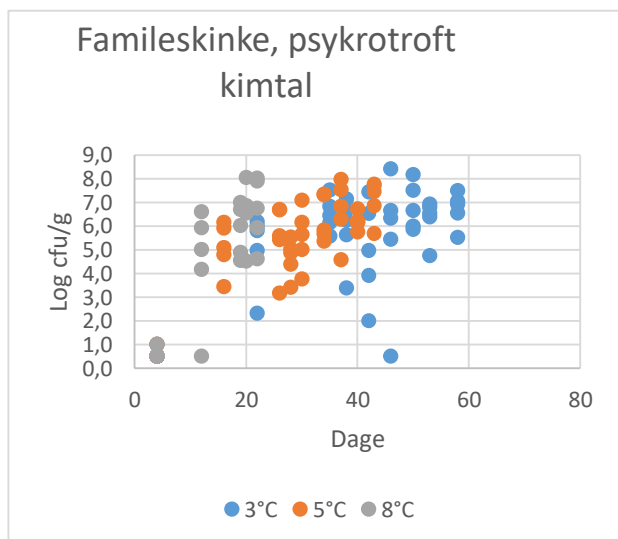


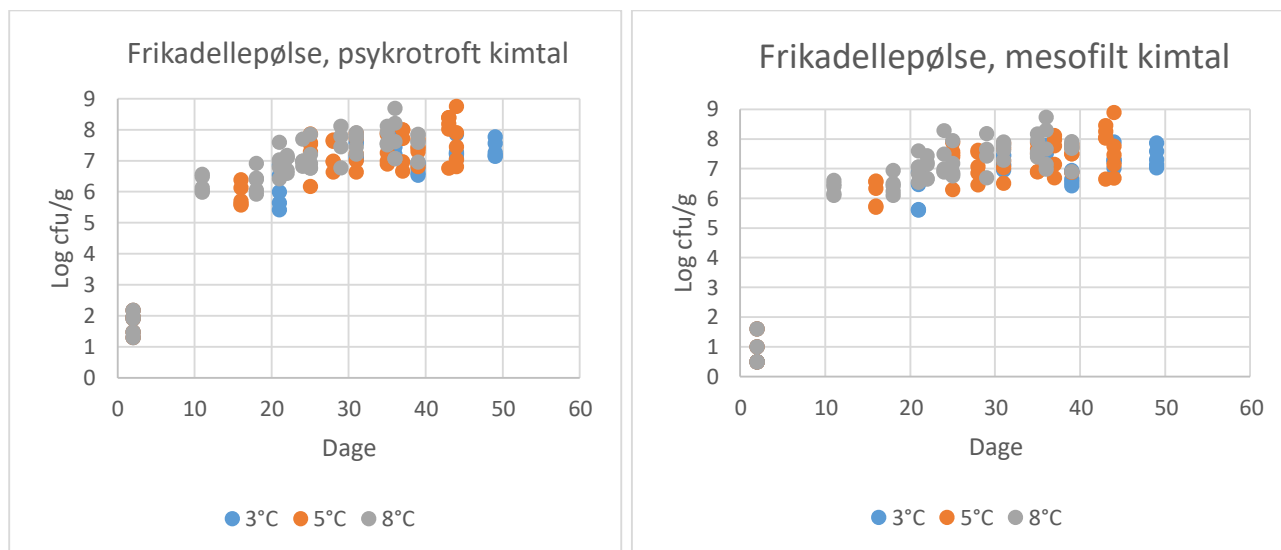
Beregning af Q_{10} -værdier (mikrobiel vækst)





Mikrobiel vækst – "forsøg 4"





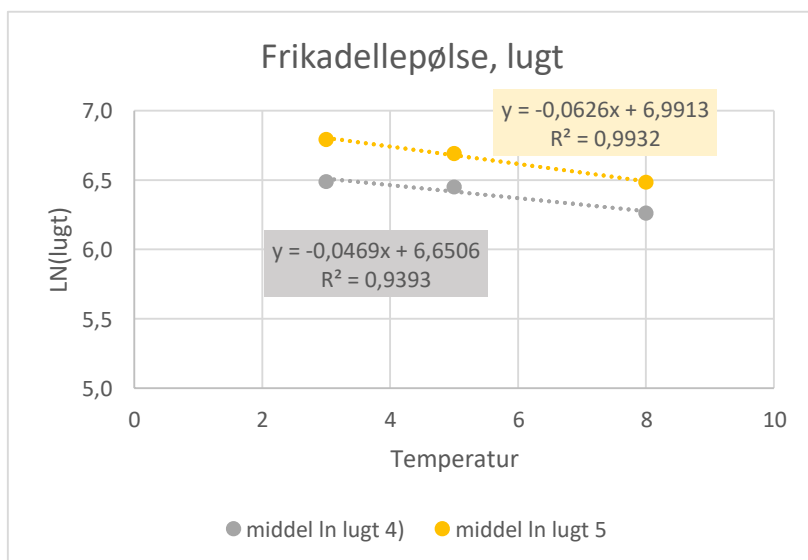
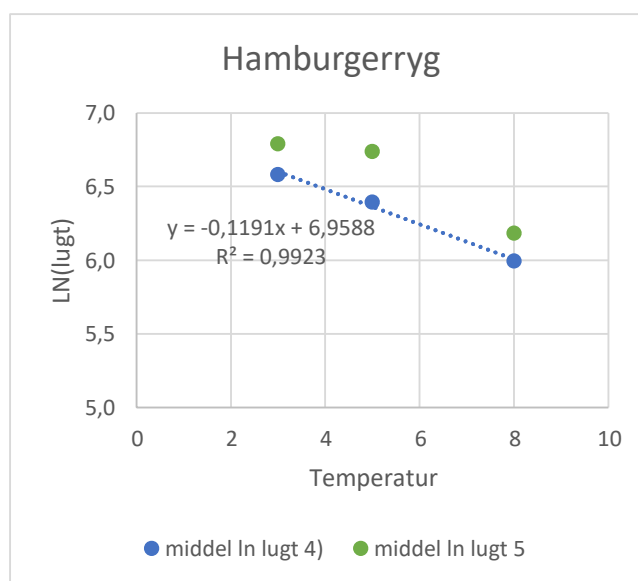
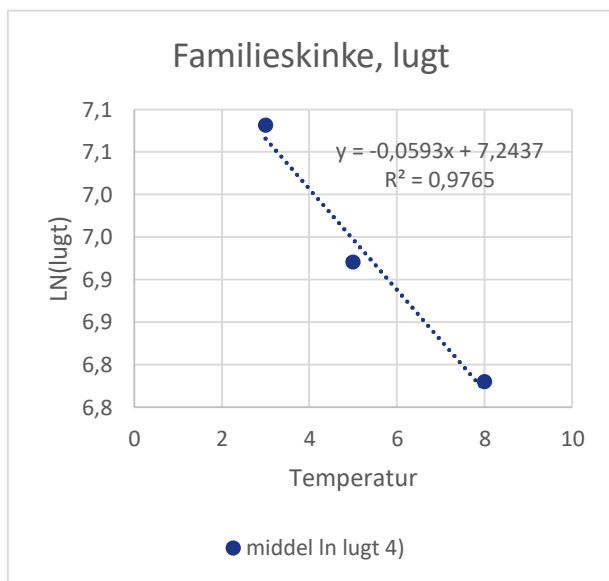
Sensorik (lugtbedømmelse på skalaen 1-4: 1 og 2 er acceptable, 3 og 4 uacceptable)

De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2 og indtastet i DMFit, og tiden til lugt=4 og lugt=5 blev aflæst. Lugt=4 er OK, og lugt=5 er grænsen for accept.

For skinke kan der kun regnes på tiden til lugt=4, da lugt=5 ikke nås.

For hamburgerryg er der kun retlinjet sammenhæng for tiden til lugt=4. Derfor regnes kun Q_{10} for den værdi.

For frikadellepølse kan der regnes Q_{10} for både lugt=4 og lugt=5.



Florasammensætning: Ingen data



Test af fersk kød

Forsøg 1. Nakke- og hoftekød (-1, 3, 5, 10 og 12°C)

Kødråvarer

Kødet blev hjemtaget fra slagteri A. Her blev det skivet og pakket i dybtræk – store pakker.

Ankomst på DMRI: torsdag den 30. september 2021. Opbevaret ved 0°C.

Dag 0: fredag den 1. oktober 2021, fordelt ved diverse lagringstemperaturer.

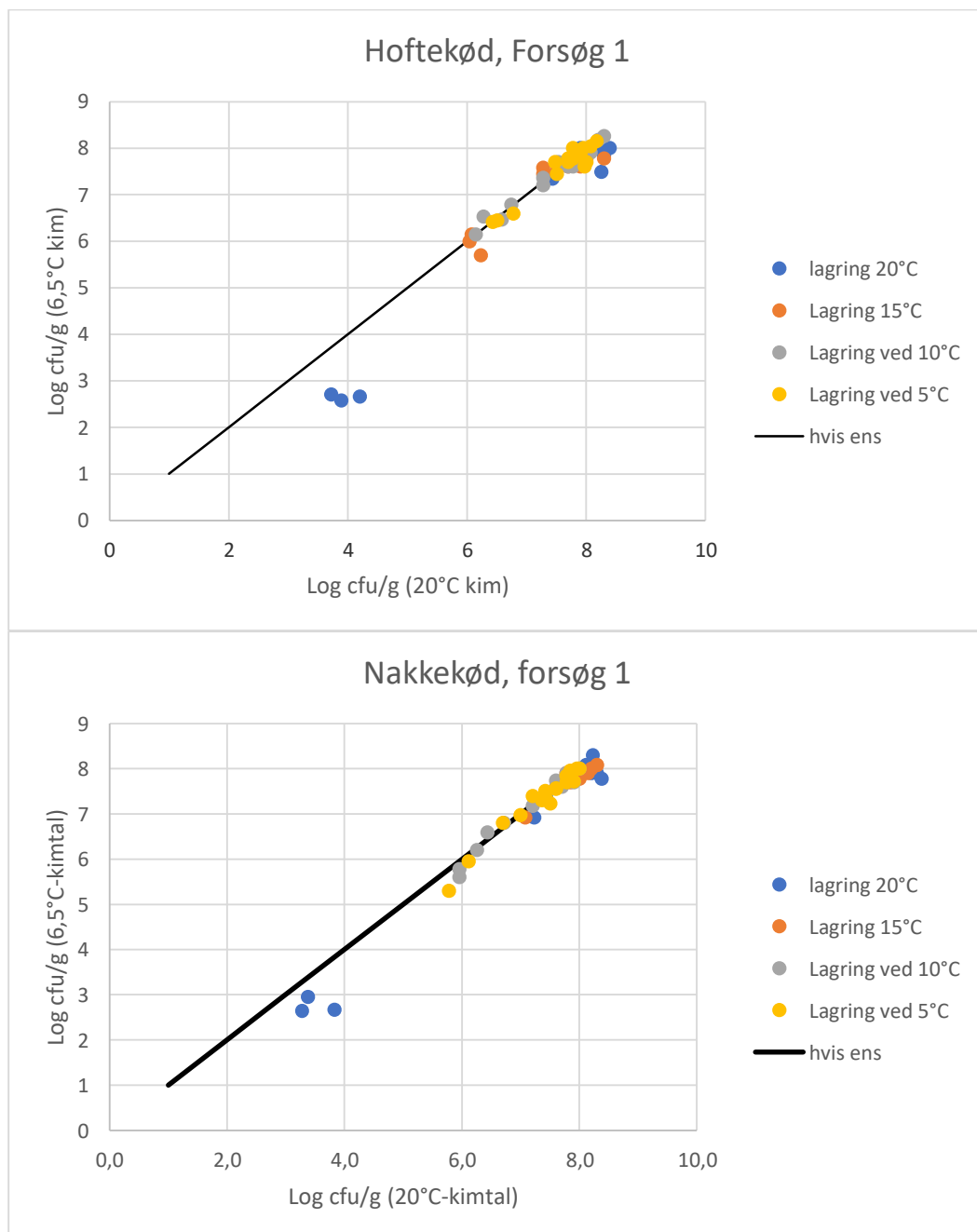
Slagtedato: Ukendt.

pH	styk 1	styk 2	styk 3	styk 4	styk 5	styk 6	styk 7	styk 8	styk 9	styk 10
Hoftekød	5,4	5,4	5,8	5,4	5,4	5,4	5,6	5,4	5,4	5,6
Nakkekød	5,9	5,8	6,1	6	6,1	5,7	6,3	5,9	6	6,1

Mikrobiologi

Sammenhæng mellem 6,5°C-kimtal og 20°C-kimtal

Ved de lave kimtal er 20°C-kimtalet højere end 6,5°C-kimtalet. Det indikerer forekomst af bakterier, som ikke kan vokse ved køletemperaturer i både hoftekød og nakkekød. Det kan betyde, at lagring ved 20°C vil give fremvækst af andre bakterier end dem, der vokser ved kølelagring. Ved de høje kimtal er 6,5°C-kimtal og 20°C-kimtal ens, hvilket indikerer, at det er en psykrotrof flora, der vokser i alle prøverne.

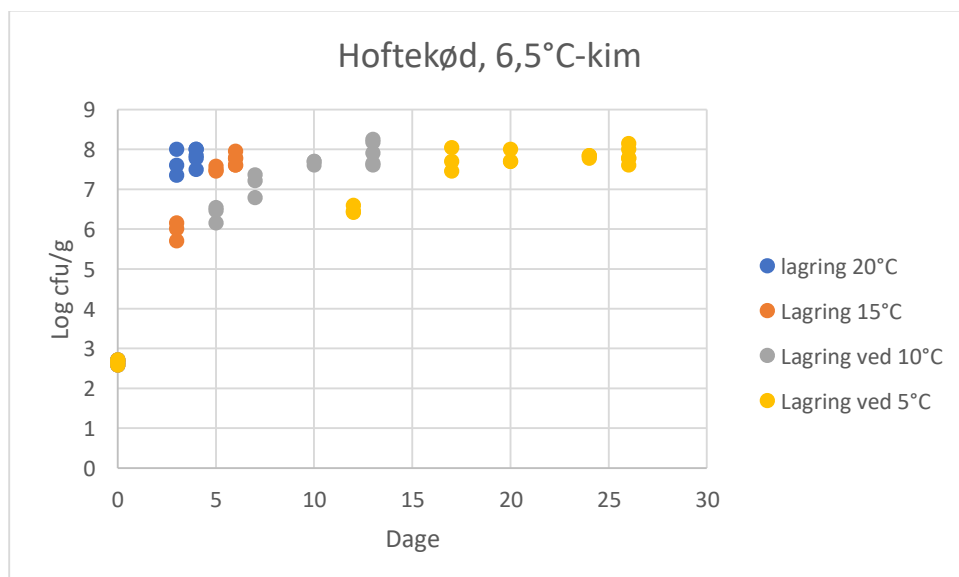
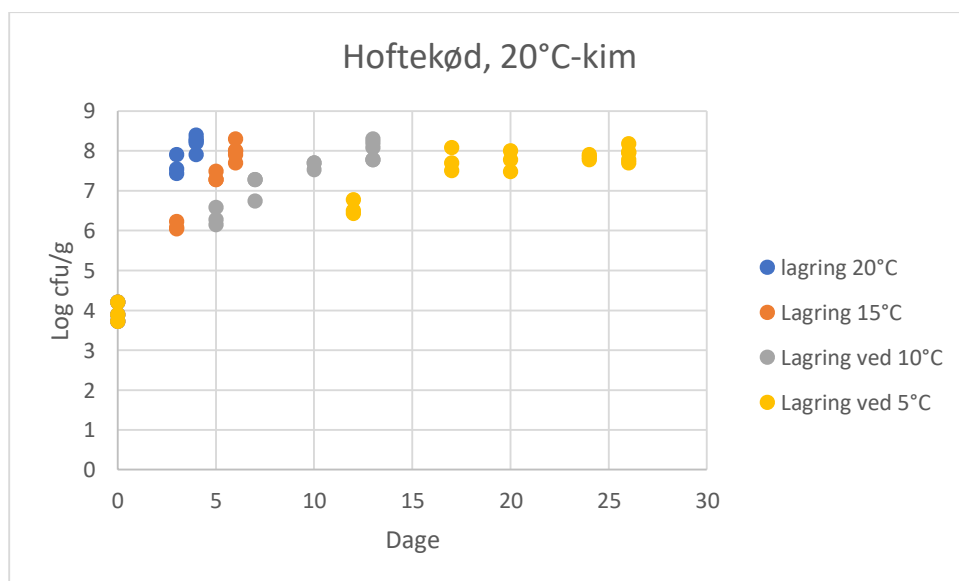


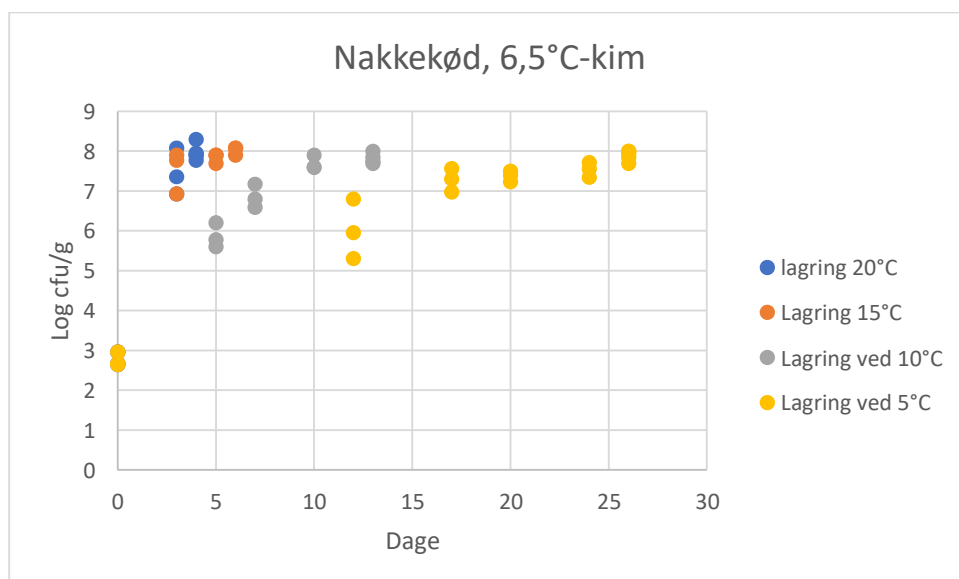
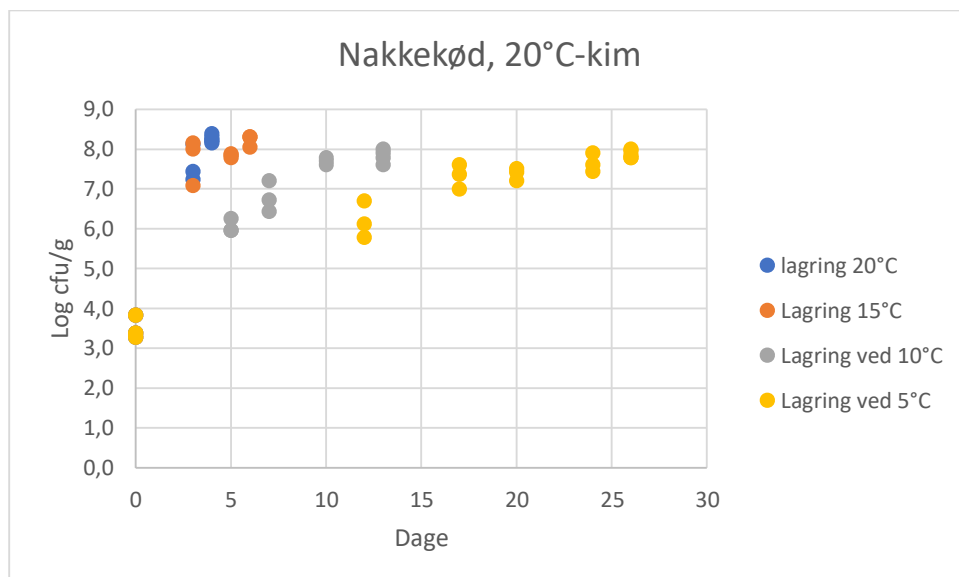
Vækst under lagring ved 5-20°C

Under lagring ved 20°C stiger kimtallet for vakuumpakket hoftekød og nakkekød til over 7 log cfu/g ved første udtag (dag 3). Det er derfor ikke muligt at anvende data til beregning af tiden til log 6 hhv. log 7.



Derfor udgår de data ved beregning af Q_{10} . Det samme gælder for vakuumpakket nakkekød lagret ved 15°C. Så for nakkekød indgår kun 2 punkter i den rette linje til Q_{10} -beregningen.

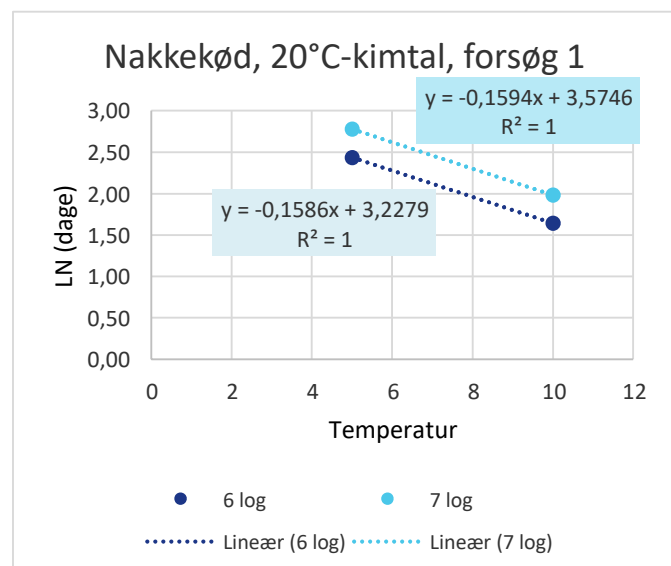
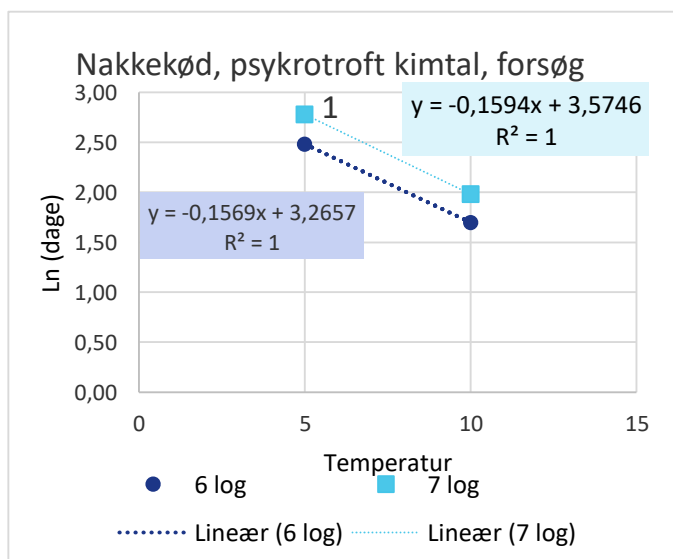
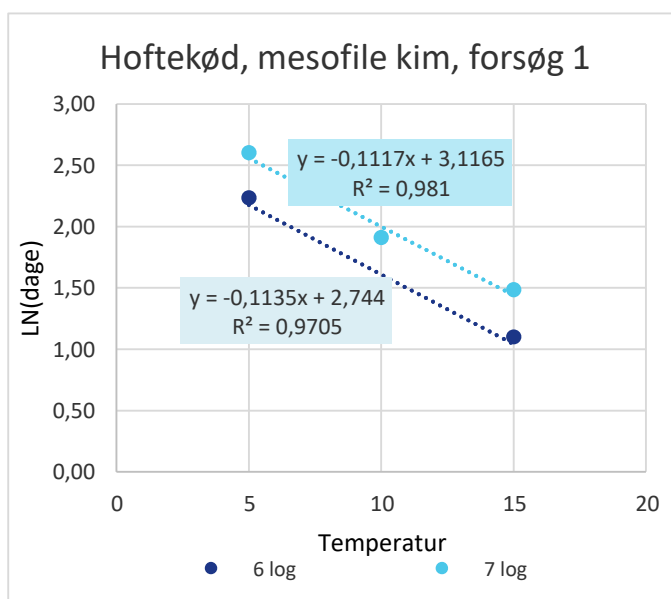
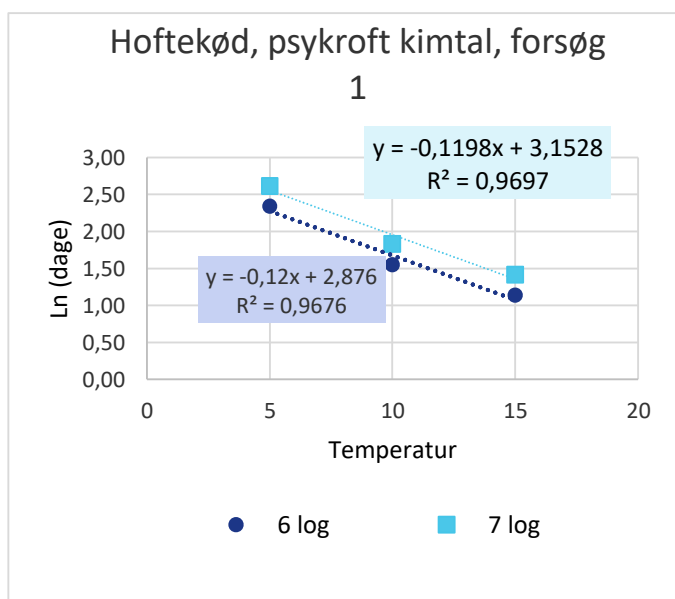






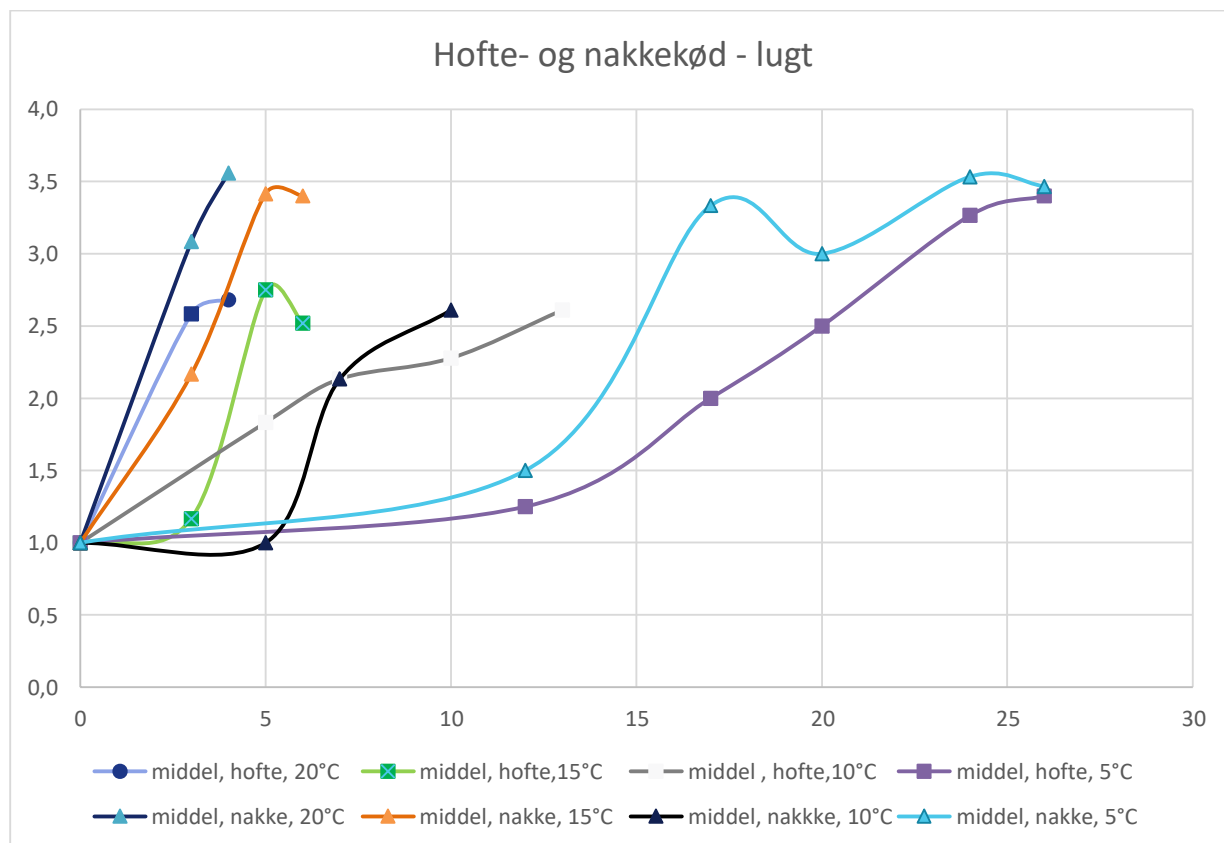
Beregnete Q_{10} -værdier (kimal)

Data blev indtastet i DMFit, og tiden til log 6 hhv. log 7 blev aflæst fra den fittede vækstkurve. Data, hvor første udtag (efter dag 0) er over 7 log, indgår ikke i beregningen.



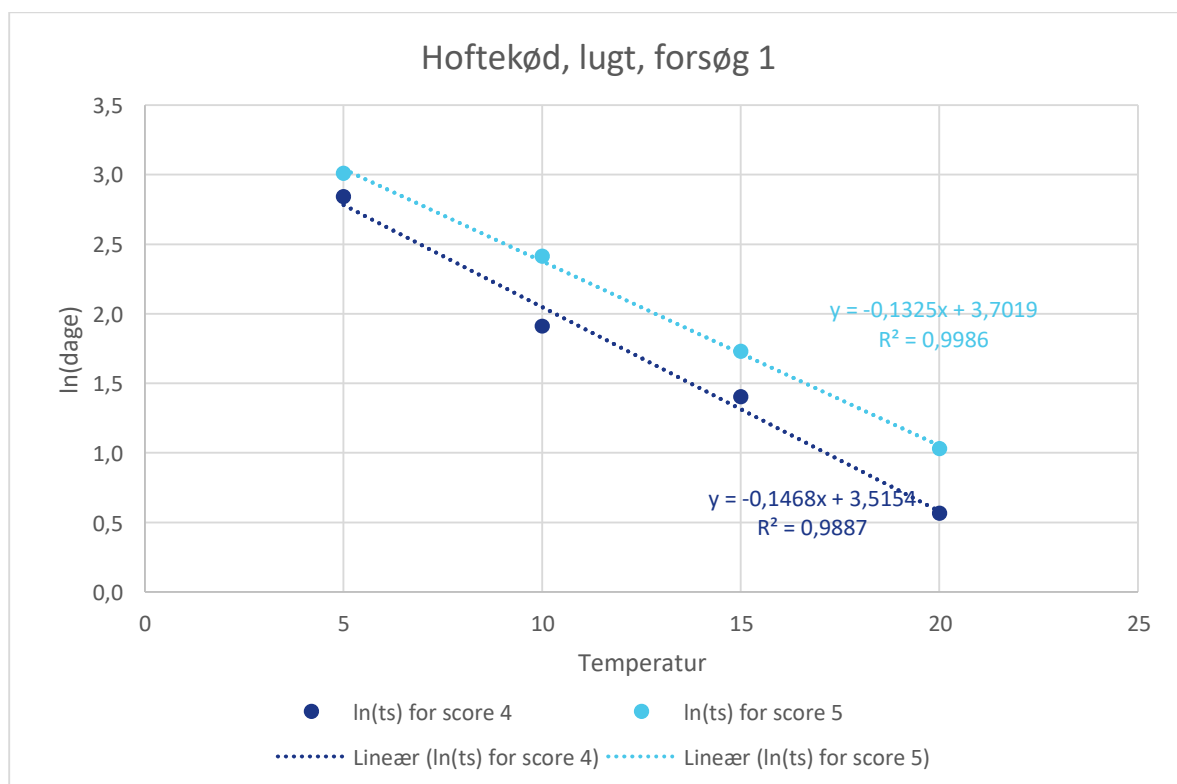
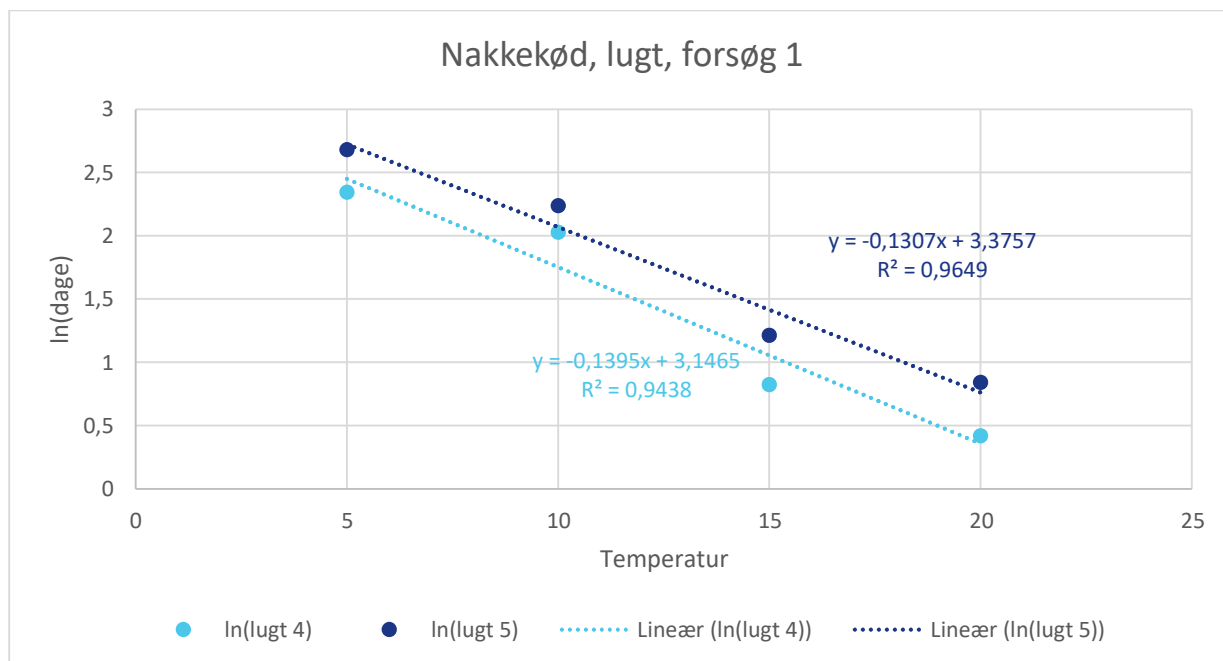


Sensorik (lugtbedømmelse på skalaen 1-4: 1 og 2 er acceptable, 3 og 4 unacceptable)



Beregnete Q_{10} -værdier (lugt)

De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2 og indtastet i DMFit, og tiden til lugt=4 og lugt=5 blev aflæst.





Florasammensætning – Nakkekød lagret ved 5°C, 10°C, 15°C og 20°C

Visuelt ses, at lagring ved 20°C giver en profil, som afviger fra de andre.

Enterococcer udgør en stigende andel af floraen, jo højere temperaturen bliver.

Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C kan accelereres ved 10°C (P-10°C=0,34; P-15°C= 0,0086; P-20°C= 0,0094).

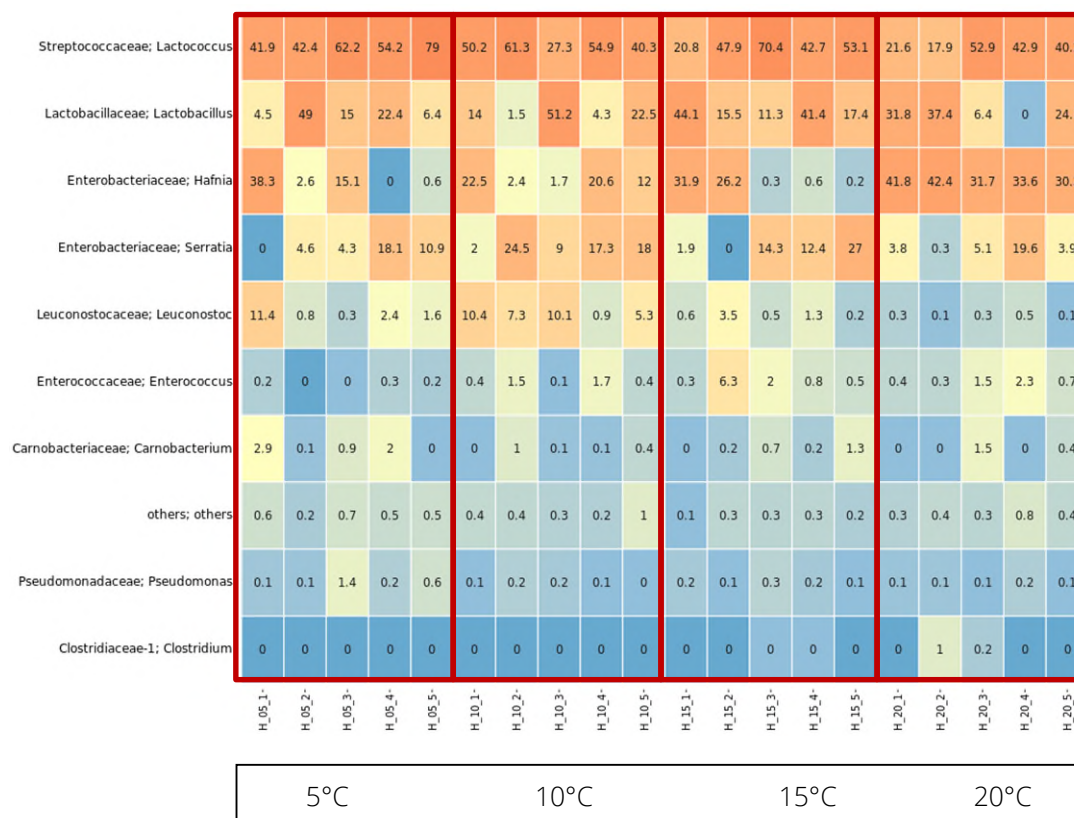
Enterobacteriaceae: Serratia	30.5	33.3	32.7	24.9	21.3	3.2	7.3	26.3	42.2	31	28.2	28.7	16.7	34	23.7	17.3	21.5	13.3	12	13.1
Carnobacteriaceae: Carnobacterium	24.6	27.9	54.2	33.8	39.3	12.9	13.8	42.3	37.2	36.1	11.5	9.2	9.2	15.3	5.4	7.3	6.7	0.3	0.3	3.4
Streptococcaceae: Lactococcus	6.1	11.2	4.9	20.7	21.2	41.8	18.5	13.1	8.3	9.8	6.1	9.6	2.7	12.2	41.1	0.6	0.5	58.2	0.2	3.3
Enterobacteriaceae: Hafnia	3.9	6.2	3.8	6.7	8.3	38.8	8	4.2	3.5	11.9	6.6	14.5	32.8	4.4	6.6	34.4	33.5	9.8	22	24.5
Enterococcaceae: Enterococcus	0.3	0.6	0.3	0.5	0.6	0.8	2.4	1.2	2.3	2.2	14.9	8.6	11.6	10.5	9.2	21.8	20.3	7.6	12	15.8
others: others	1.7	2.7	1.9	2.8	0.9	0.5	6.6	3.5	2.2	1.2	4.4	7.6	11.8	3.9	3.9	11.7	11.2	7.1	22.1	18.3
Enterobacteriaceae: Citrobacter	0	0.1	0	0	0	0	1.4	0.5	0.4	0.3	24.8	1.5	4.1	8.6	1.5	3.1	3.5	2.5	15	9.3
Aeromonadaceae: Aeromonas	1.2	5	0	0.7	0	0	24.1	0.4	1.9	0	0.1	1	0.4	7.7	4.3	0.3	0.2	0.6	4.6	0.7
Lactobacillaceae: Lactobacillus	0.5	0.3	0.1	8.4	7.1	1.4	2.6	1	0.7	0.7	1.1	18.2	1	0.6	0.9	0.2	0.1	0.1	0	0.1
Enterococcaceae: Vagococcus	1.8	10.2	0.4	0.3	1	0.3	4.2	1.5	0	0.3	0.1	0.2	9.6	0.6	0	0.5	0.3	0	0.4	10.4
Enterobacteriaceae: Yersinia	3.3	0.5	1	0.6	0.2	0.2	9.7	3.7	0.6	4.9	1.7	0	0	0.5	0.2	0.6	0.3	0.3	1.1	0.5
Clostridiaceae-1: Clostridium	23.3	0.4	0	0.1	0	0	0.7	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	1.8	1.8	0	0	0.2
Enterobacteriaceae: Lelliottia	2.8	1.7	0.7	0.5	0.1	0.1	0.8	2.2	0.8	1.6	0.4	1	0	1.5	3	0.3	0.1	0.1	10.2	0.3
	$H_{5,05-1}$	$H_{5,05-2}$	$H_{5,05-3}$	$H_{5,05-4}$	$H_{5,05-5}$	$H_{10,10-1}$	$H_{10,10-2}$	$H_{10,10-3}$	$H_{10,10-4}$	$H_{10,10-5}$	$H_{15,15-1}$	$H_{15,15-2}$	$H_{15,15-3}$	$H_{15,15-4}$	$H_{15,15-5}$	$H_{20,20-1}$	$H_{20,20-2}$	$H_{20,20-3}$	$H_{20,20-4}$	$H_{20,20-5}$
	5°C					10°C					15°C					20°C				



Florasammensætning – Hoftekød lagret ved 5°C, 10°C, 15°C og 20°C

Visuelt ses, at lagring ved 20°C giver en profil, som er mere forskellig fra 5-15°C.

Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved 5°C kan accelereres ved 10°C og 15°C (P-10°C=0,82; P-15°C=0,68; P-20°C= 0,064).





Forsøg 2. Nakke- og hoftekød (-1, 3, 5, 10 og 12°C)

Kødråvarer

Kødet blev hjemtaget fra slagteri A. Her blev det skivet og pakket i dybtræk – store pakker.

Ankomst på DMRI: Opbevaret ved 0°C.

Dag 0: fordelt ved diverse lagringstemperaturer.

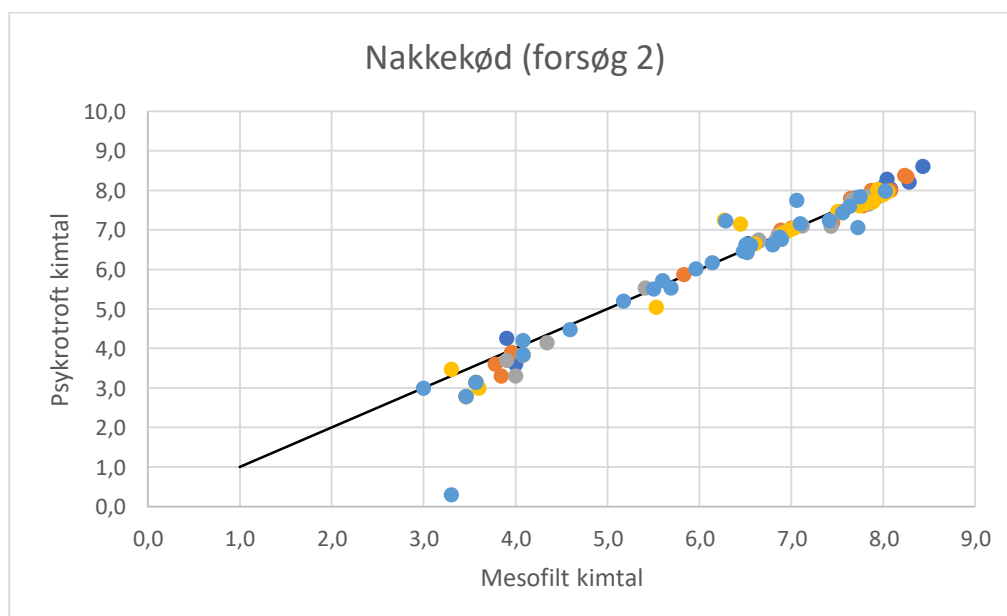
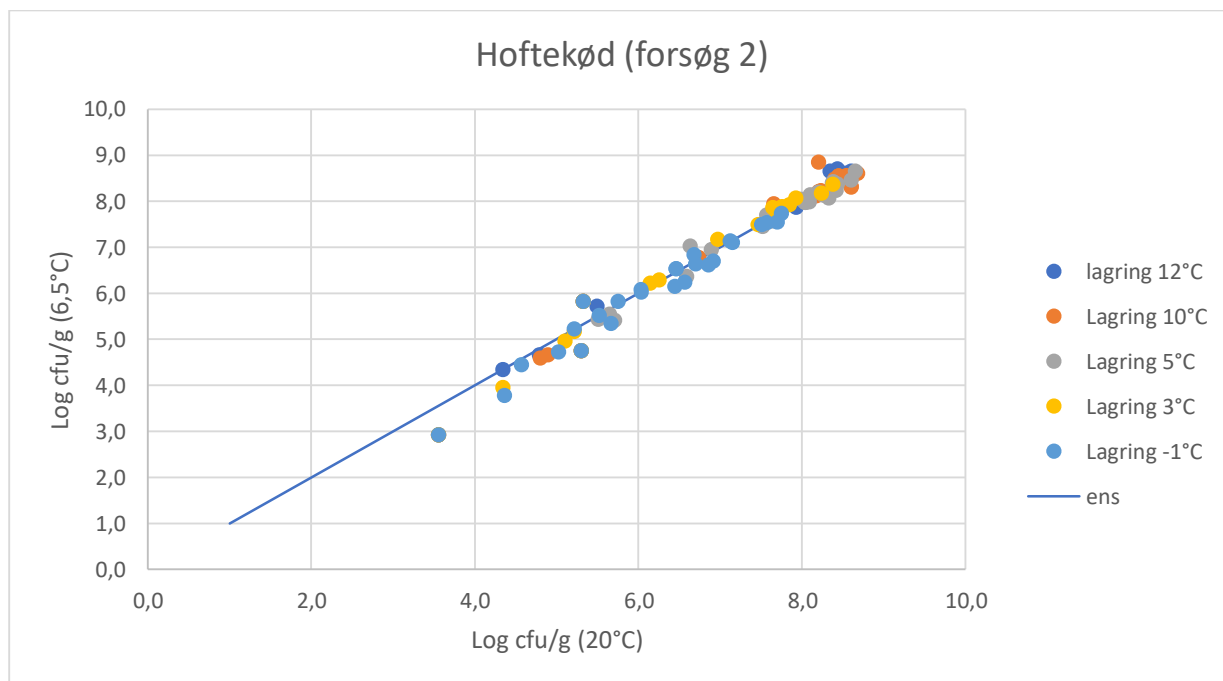
Slagtedato: Ukendt.

pH	styk 1	styk 2	styk 3	styk 4	styk 5	Middel	Std.afv.
Hoftekød	5,58	5,59	5,55	5,59	5,69	5,60	0,05
Nakkekød	5,86	6,23	5,91	5,77	6,29	6,01	0,23

Mikrobiologi

Sammenhæng mellem 6,5°C-kimtal og 20°C-kimtal

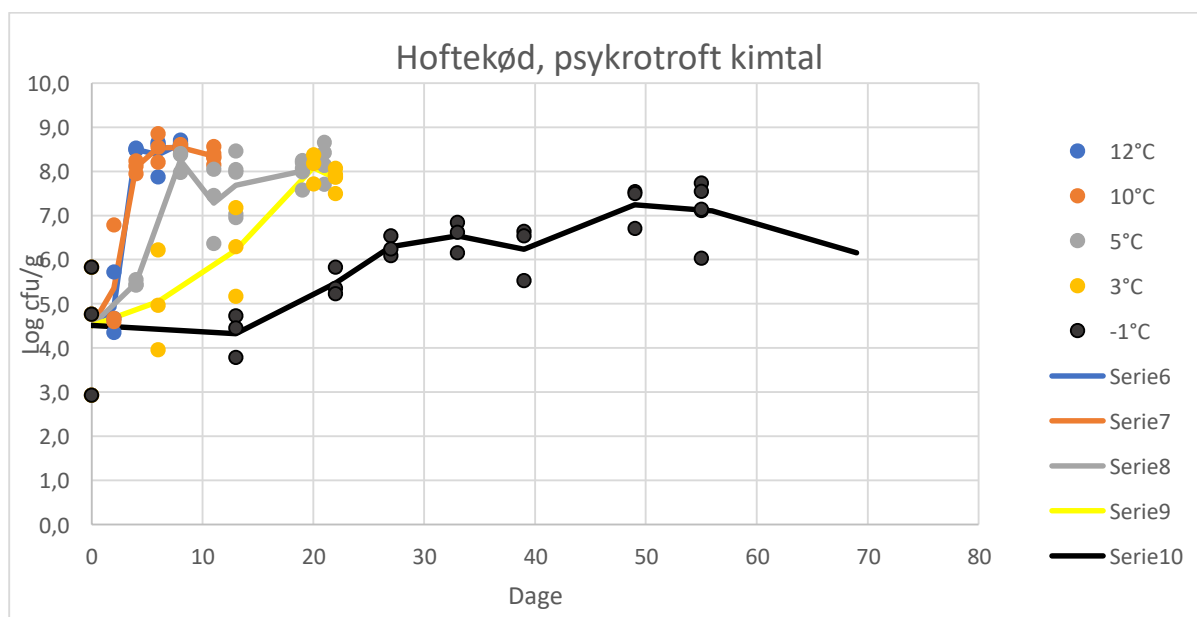
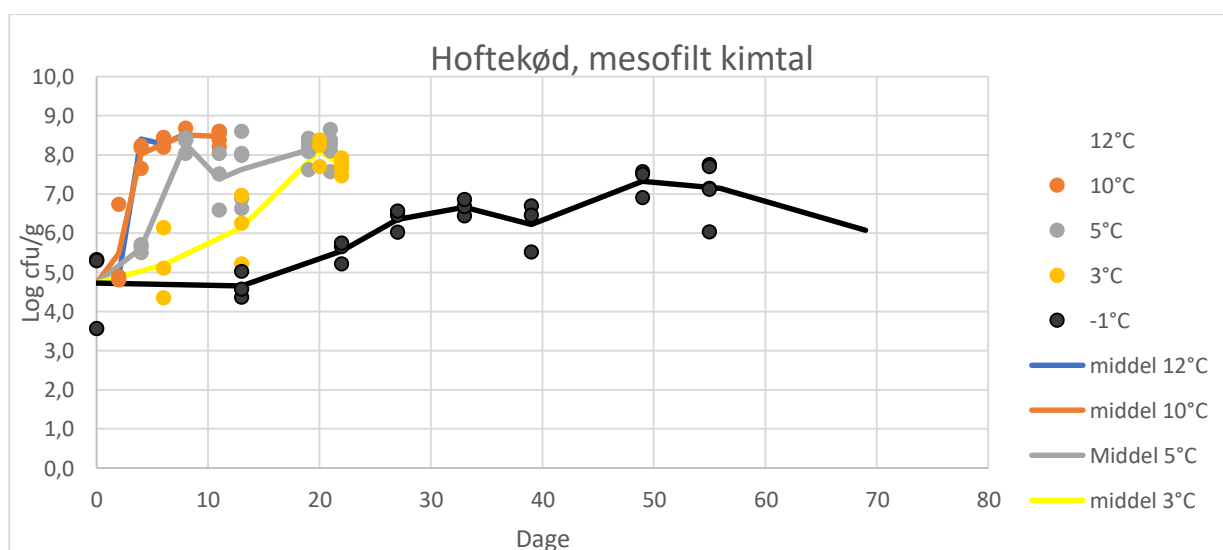
Ved de høje kimtal er 6,5°C-kimtal og 20°C-kimtal ens, hvilket indikerer, at det er en psykrotrof flora, der vokser i alle prøverne. Kun ved lave kimtal på 3-4 log er der en lille forskel. Her er 20°C-kimtal lidt højere end det psykrotrofe kimtal, hvilket indikerer, at der er en større mesofil flora ved lagringens begyndelse. Men den flora vokser ikke frem under lagring ved -1°C til 12°C.

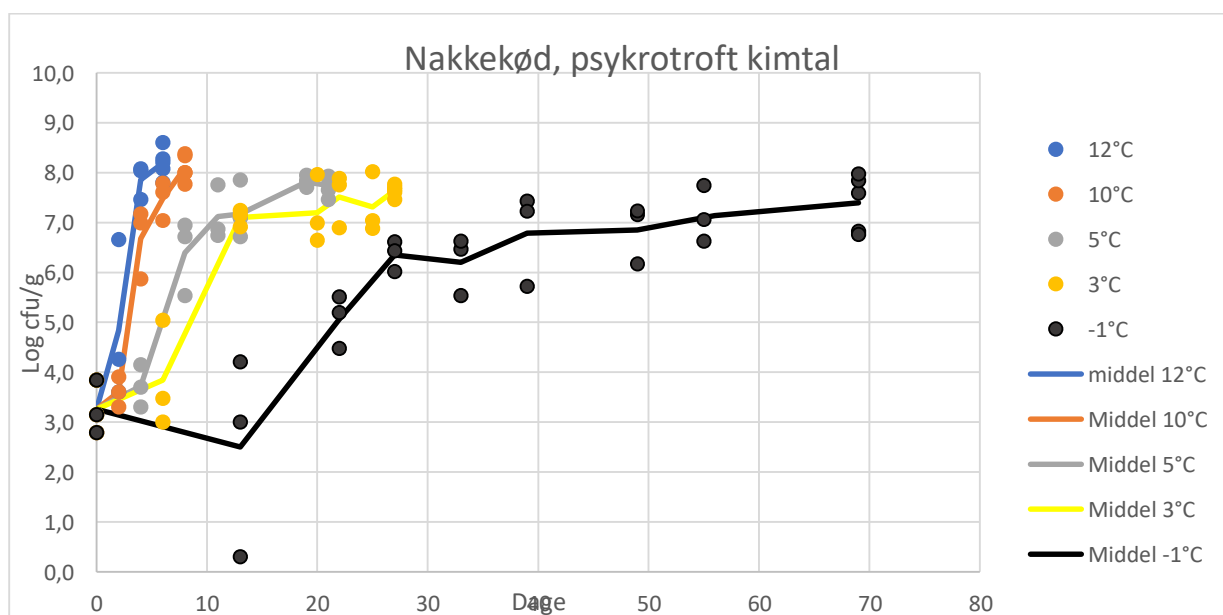
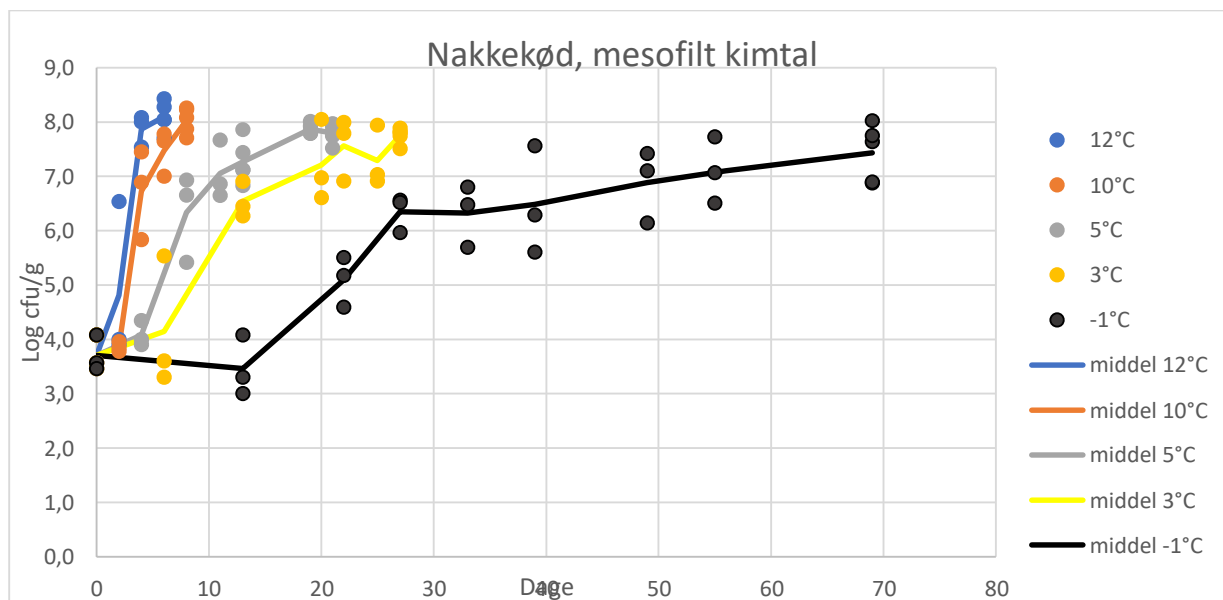




Vækst under lagring ved -1°C-12°C

Der er data, som er under 7 log ved første udtag for alle lagringstemperaturer. Dog er der ikke stor nok opløselighed i data, til at det er muligt at se forskel på væksthastigheden ved 10°C og 12°C for hoftekød. Ud fra data er det ikke muligt at afgøre, om væksthastigheden reelt er ens, eller hvilken der er mest korrekt. Begge datasæt indgår derfor i Q₁₀-beregningen.

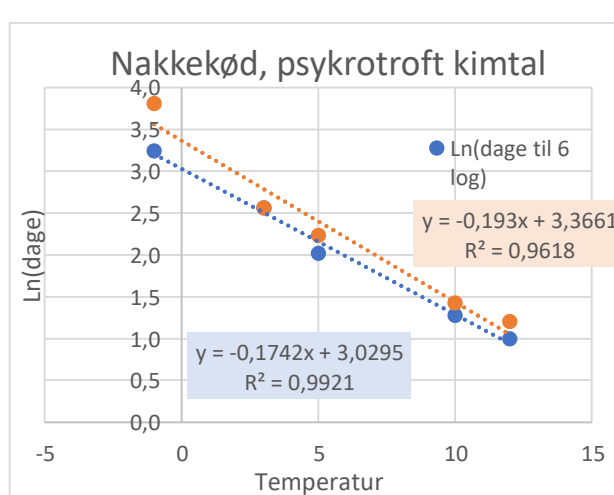
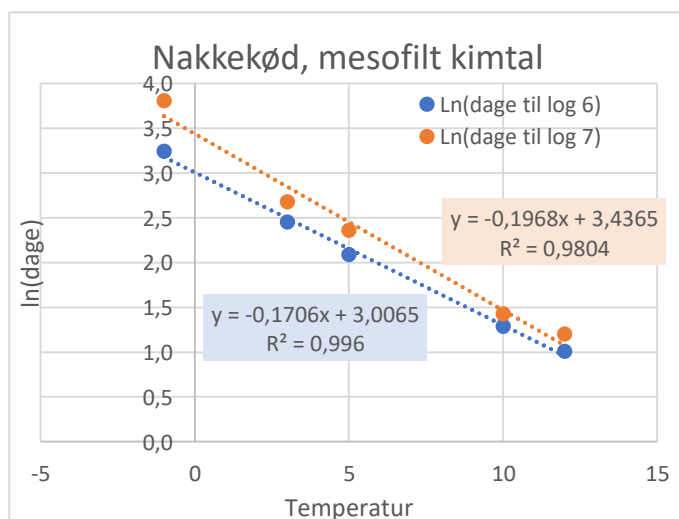
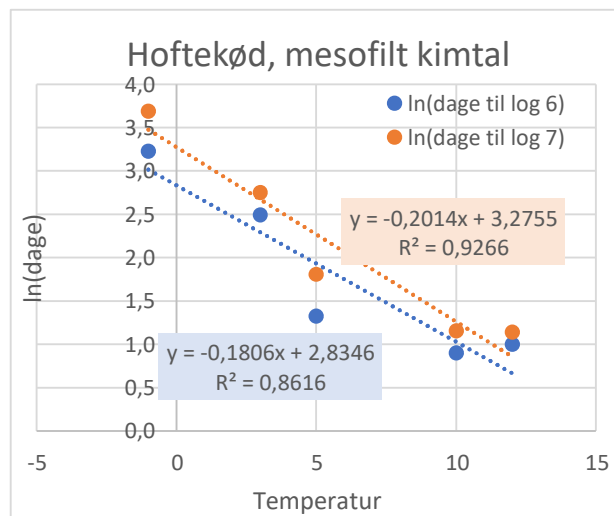
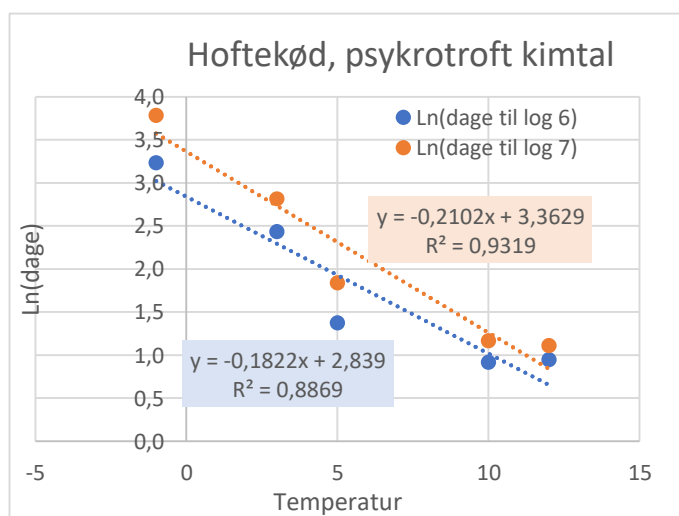






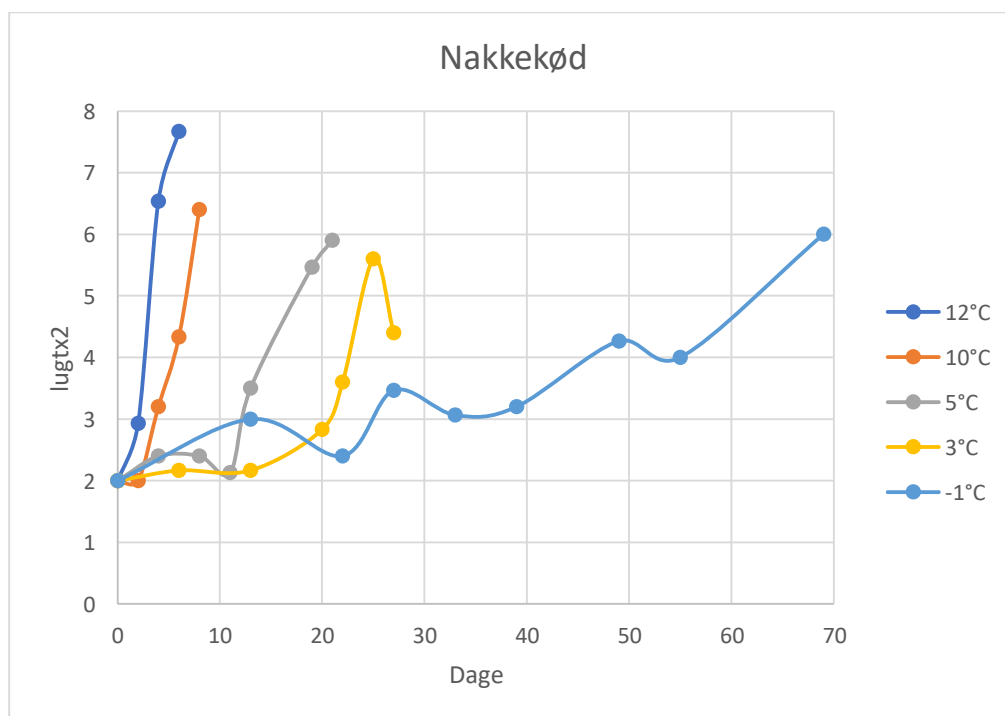
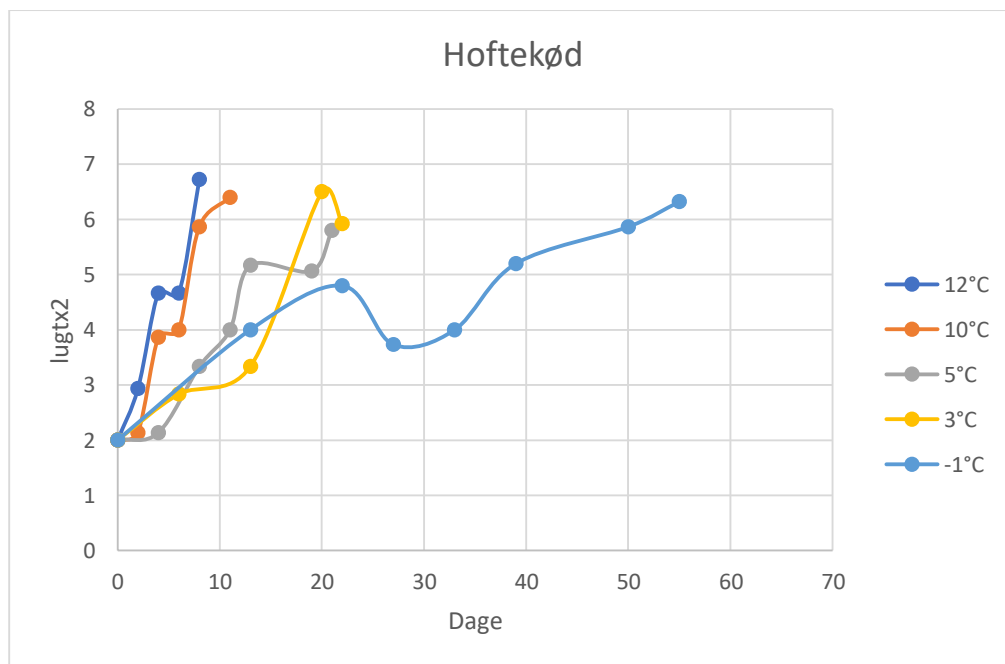
Beregnete Q_{10} -værdier (kimal)

Data blev indtastet i DMFit, og tiden til log 6 hhv. log 7 blev aflæst fra den fittede vækstkurve. Den rette linje for hoftekød er dårlig.





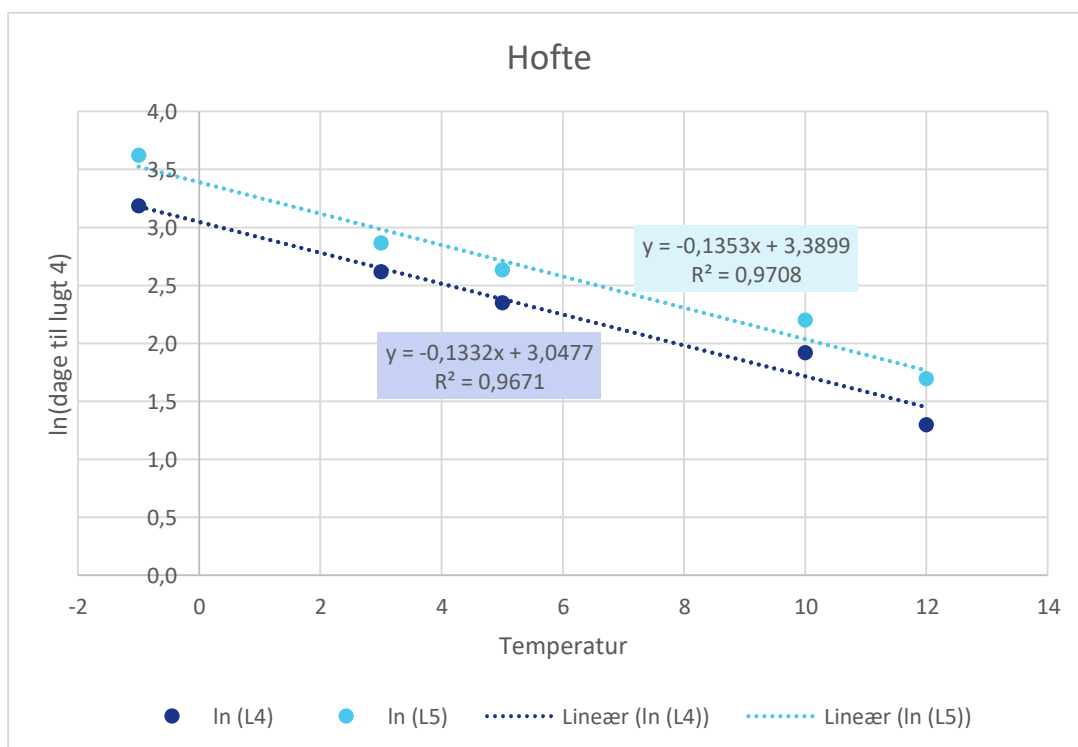
Sensorik (lugtbedømmelse på skalaen 1-4: 1 og 2 er acceptable, 3 og 4 unacceptable)

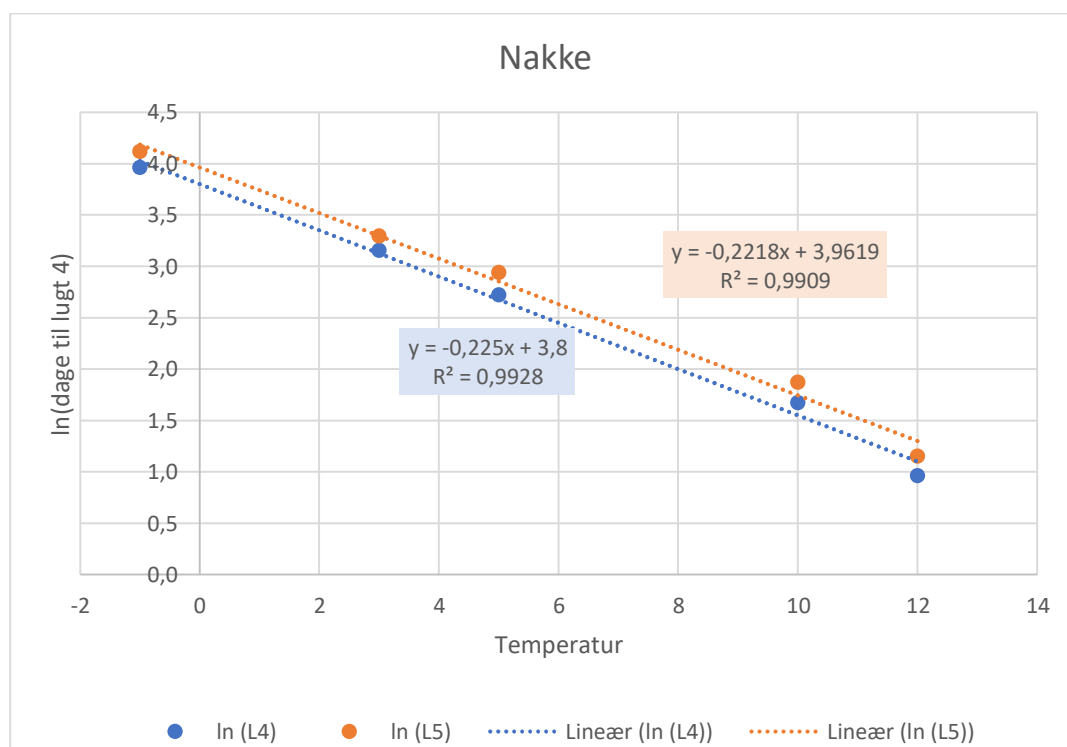




Beregnete Q_{10} -værdier (lugt)

De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2 og indtastet i DMFit, og tiden til lugt=4 og lugt=5 blev aflæst og anvendt til Q_{10} -beregning. Der er pæne rette linjer for nakkekød og hoftekød.



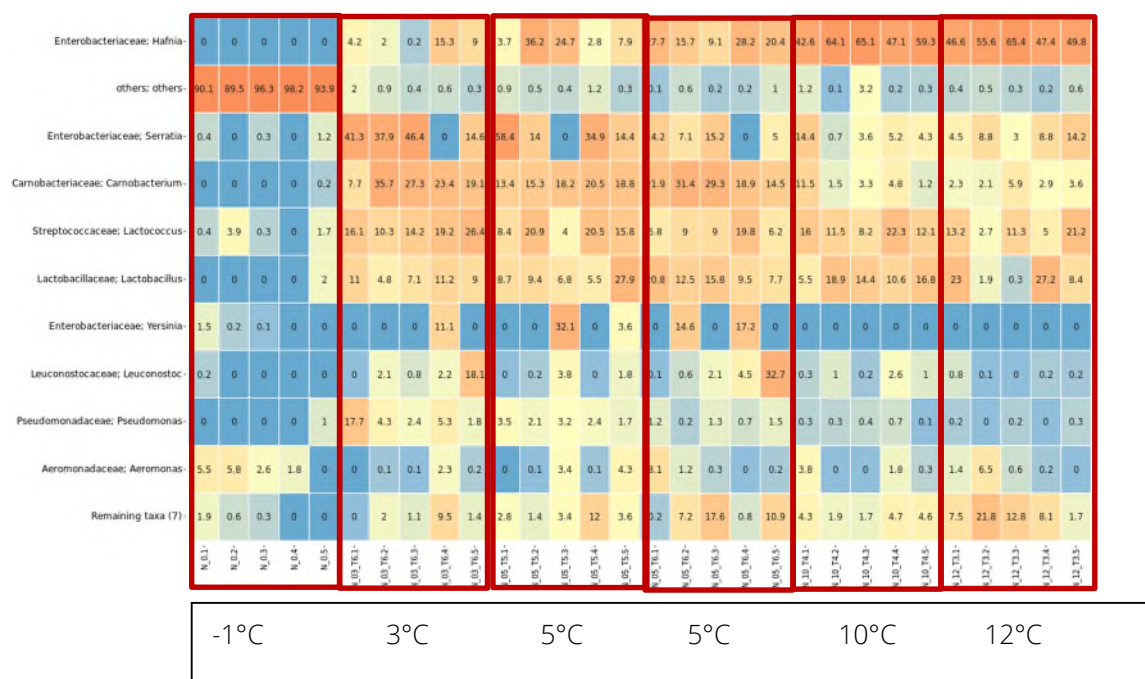




Florasammensætning – Nakkekød lagret ved -1°C, 3°C, 5°C, 10°C og 12°C

Visuelt ses, at lagring ved -1°C giver en profil, som afviger markant fra de andre. Profilen ved 3°C og 5°C ser nogenlunde ens ud, og profilerne ved 10°C og 12°C ligner hinanden.

Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved -1°C ikke kan accelereres (*P-værdierne er 0,007-0,0093*); holdbarhed ved 3°C kan accelereres ved 5°C (*P -5°C=0,49; P-10°C=0,0091; P-12°C= 0,0085*), mens holdbarhed ved 5°C ikke kan accelereres ved 10-12°C (*P-10°C=0,0066; P-12°C= 0,0078*).



Florasammensætning – Hoftekød lagret ved -1°C, 3°C, 5°C, 10°C og 12°C

Visuelt ses, at lagring ved -1°C, 3°C og 5°C har nogenlunde ens profil, samt at 10°C og 12°C har nogenlunde ens profil. Ligeledes ses, at profilen ved lagringens start er markant forskellig fra de lagrede prøver ved sensorisk udløb.

Statistiske analyser viser, at holdbarhed ved -1°C ikke kan accelereres (*P-værdierne er 0,0086-0,041*). Holdbarhed ved 3°C kan accelereres ved 5°C (*P -5°C=0,32; P-10°C=0,0092; P-12°C= 0,028*), og holdbarhed ved 5°C kan ikke accelereres ved 10-12°C (*P-værdier: 0,0063-0,0237*). Ved visuel vurdering af heatmap ser det ud til, at floraen ved -1°C til 5°C er rimelig ens. Floraen ved 10-12°C er ens og adskiller sig fra de øvrige.



Streptococcaceae; Lactococcus	3.8	0.8	1.1	1	50.1	2	31.3	15.1	20.1	47.7	49.2	64.1	67.3	49.8	61	30.7	66.7	65.7	64.5	63.8	81.7	52.9	58.4	53.7	48.8	54.5	57.3	53.6	63.9	68.4	54.2	41.2	50.2	
Lactobacillaceae; Lactobacillus	0.1	0.2	0.3	0.3	9.1	83.7	8.1	32.3	54.3	22.7	23.2	19.2	13.2	18.4	4	26.1	1.6	8.9	17.2	4.7	0.6	5.1	7.9	3.4	6.2	23.8	5.1	4.9	3.8	7.1	10.2	30.6	14.3	
Enterobacteriaceae; Serratia	4.5	0.8	0.7	3.1	14.1	7.5	15.4	14.4	9.5	11.1	9.9	10.2	9.4	9.9	18	17.5	10.2	9.4	11.9	7.3	3.4	12.5	14.4	10.6	12.4	16	13.3	11.9	7.2	14.1	13.5	12.2	16.4	
Leuconostocaceae; Leuconostoc	0.1	0.5	0.3	0.1	19.5	4.1	34.4	23.7	12.3	13	14.6	4.5	5.2	19.8	11.4	19.4	15.6	15.9	3.5	11.5	5.5	21.7	12.1	16.3	5.7	1.2	4.3	14.7	8.5	2.2	4.3	1.2	2.8	
Enterobacteriaceae; Obesumbacterium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.5	0	1.7	0	0	1.9	0	0	0	14.1	25.7	3.6	19.3	8.7	15.5	5.7	16.4	11.8	14.8	
others; others	14.8	42.9	29.6	16.4	0.1	0.3	0.5	2.2	0.1	0.9	0.1	0	0	0	0.3	0.3	0.1	0	0	0	2.5	0.1	0.3	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0	0.2	0.1	
Moraxellaceae; Psychrobacter	21	0	11.5	22	0.1	0.1	0.6	2	0.2	0	0	0	0	0	0.8	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0.2	0	0	0	
Carnobacteriaceae; Carnobacterium	0.7	0	0.2	0.5	6.3	1.9	6.3	1.4	2.5	1.6	1.6	1	1.3	1	1.5	1.8	1.5	0.5	1.4	6.9	0.5	4	1.9	1.6	0.8	0.4	0.3	0.6	0.8	0.6	0.7	0.8	1.1	
Flavobacteriaceae; Flavobacterium	10	0	8.1	11.6	0.1	0	0.6	2.7	0.3	0	0	0	0	0	0.4	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0.3	0	0.1	0	
Micrococcaceae; Micrococcus	11.8	1.1	16.6	4	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	
Flavobacteriaceae; Chryseobacterium	9.2	0.1	5	10.7	0.1	0.1	0.5	1.5	0.2	0.1	0	0	0	0	0.8	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0.4	0	0	0	
Micrococcaceae; Arthrobacter	0.3	0.2	1.3	9.9	0.1	0.1	0.8	3	0.2	0	0	0	0	0	0.6	0	0.1	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.1	0	0	0	0.2	0	0	0	
Staphylococcaceae; Staphylococcus	0.8	13.4	4.7	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pseudomonadaceae; Pseudomonas	2.1	0.7	0.8	1.1	0.1	0	0.4	0.2	0.2	1.8	0.7	0.4	3.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.5	0.2	1.7	1.3	0.4	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.8	0.1		
Comamonadaceae; Acidovorax	2	10	3.7	1.4	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Streptococcaceae; Streptococcus	0	6	10.6	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Enterobacteriaceae; Hafnia	0.1	0.1	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0.9	0.4	0.2	0.2	0.3	0	3.2	0	0.8	1.1	1.9	3.1	3.1	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Enterobacteriaceae; Escherichia	0.6	13.2	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cytophagaceae; (Fluviimonas)	1.4	8.6	0	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Moraxellaceae; Acinetobacter	2.7	0.6	2.6	3.7	0	0	0.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterococcaceae; Vagococcus	2.1	0	0.8	2.3	0	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microbacteriaceae; Pseudoclavibacter	1.3	0.2	0.6	2.8	0	0	0.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	
Vibrionaceae; Photobacterium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.1	0	0	0	0	0	
Remaining taxa (3)	1.7	0.4	0.9	4.4	0	0	0.3	0.6	0.1	0	0.1	0	0	0	0.2	0	0.1	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	1	0.2
	H08+	H08+	H08+	H08+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	H017+	

Start -1°C 3°C 5°C 5°C 10°C 12°C



Forsøg 3. Nakke- og kamkød (-1, 3, 5 og 12°C)

Kødråvarer

Kødet blev hjemtaget fra slagteri B. Her blev det skivet og pakket i dybræk – store pakker.

Ankomst på DMRI: Opbevaret ved 0°C.

Dag 0: fordelt ved diverse lagringstemperaturer.

Slagtedato: Ukendt.

pH	styk 1	styk 2	styk 3	styk 4	styk 5	styk 6	styk 7	styk 8	styk 9	styk 10
Kamkød	5,45	5,45	5,46	5,49	5,48	5,59	5,48	5,49	5,54	5,53
Nakkekød	5,82	5,95	6,24	5,8	6,4	6,55	5,94	6,71	5,77	5,76

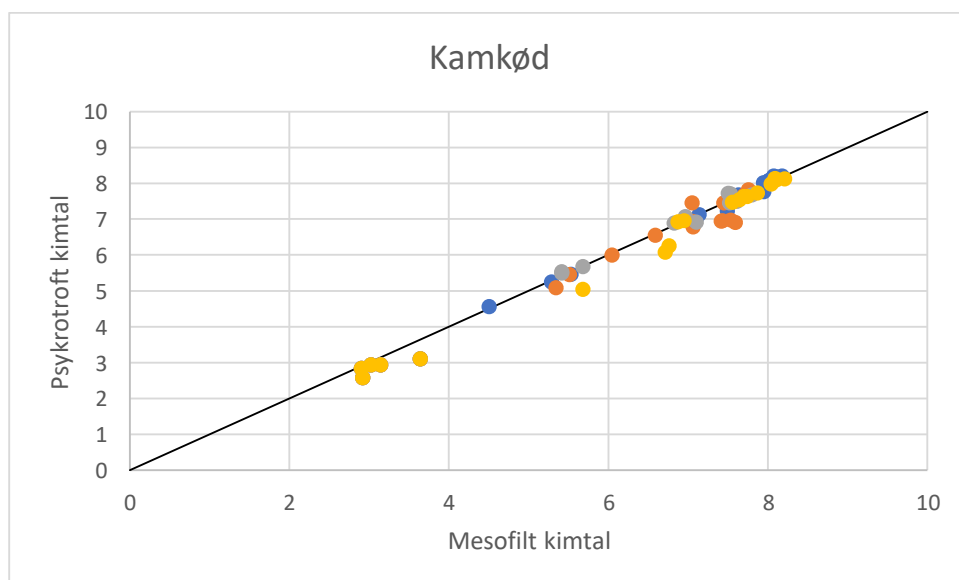
Middel pH nakke: $6,1 \pm 0,35$.

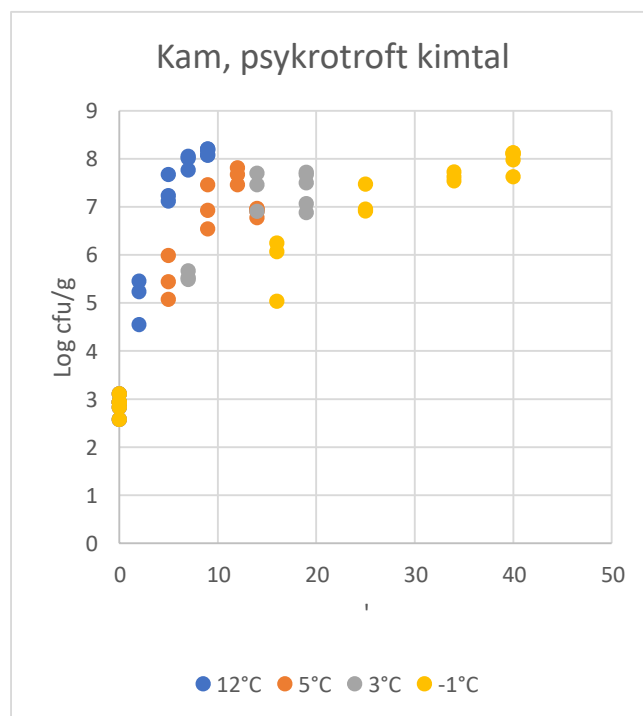
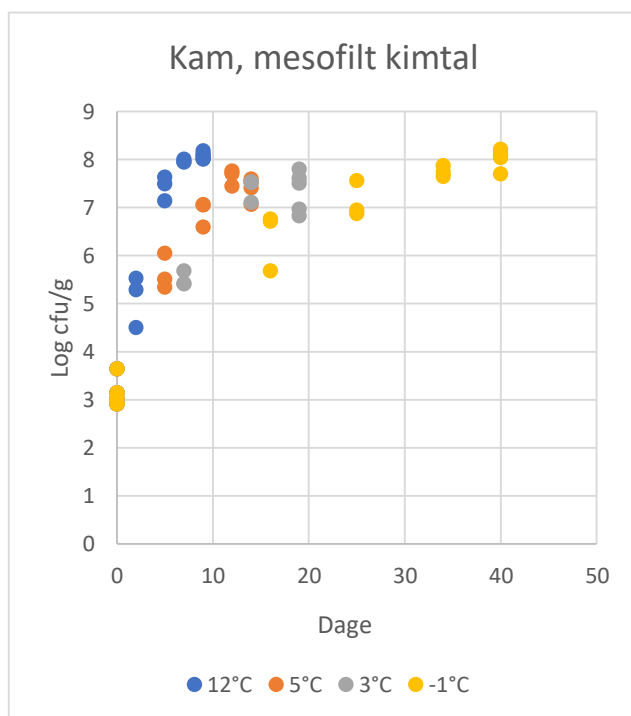
Middel pH kam: $5,5 \pm 0,04$.

Mikrobiologi

Sammenhæng mellem 6,5°C-kimtal og 20°C-kimtal

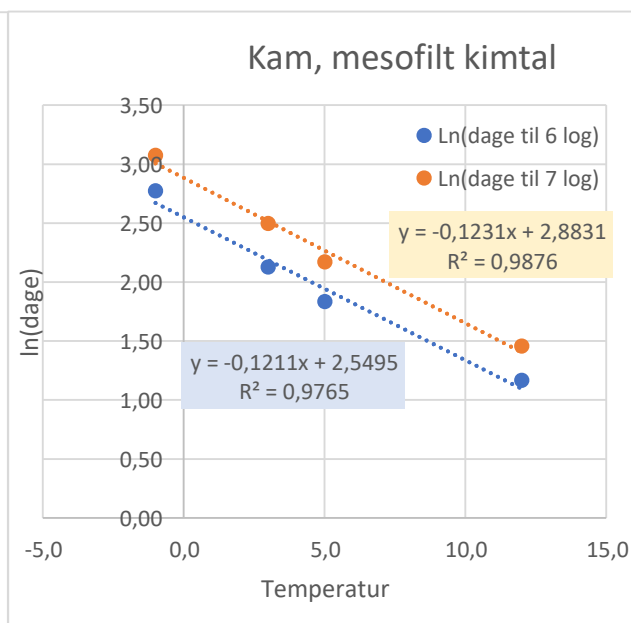
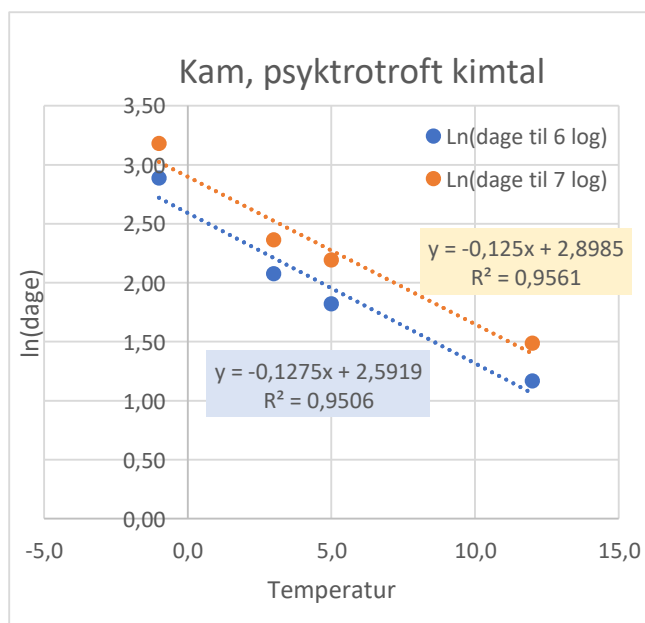
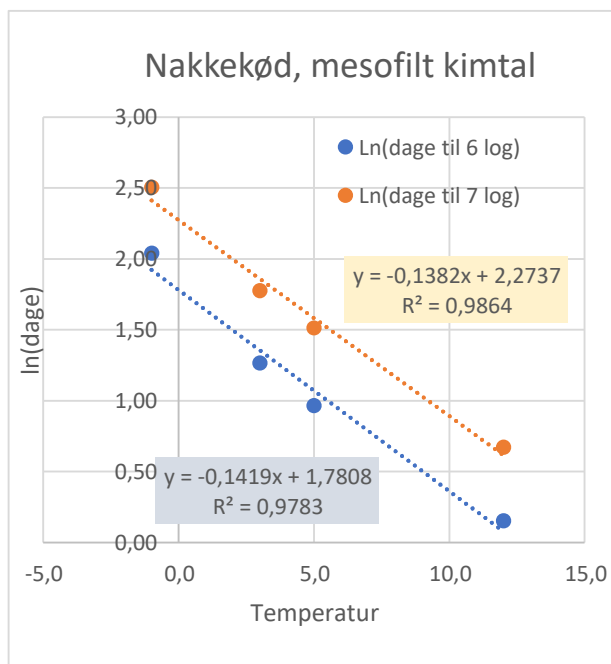
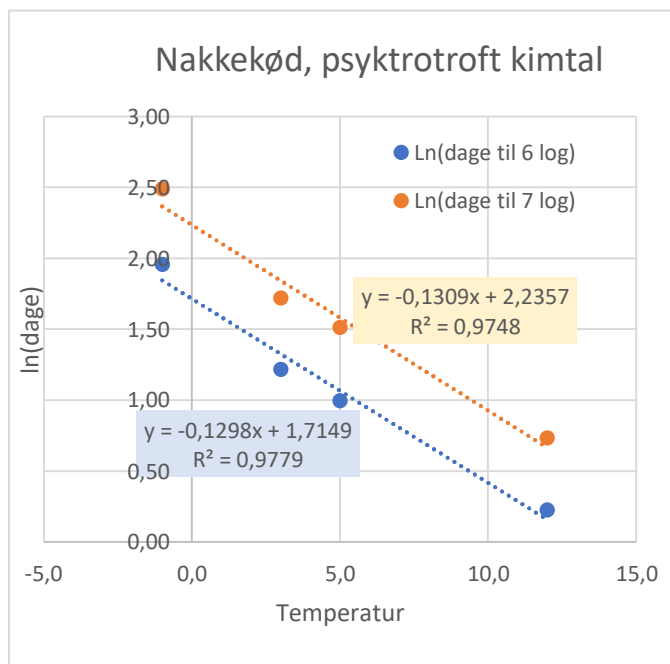
Det mesofile og det psykotrofe kimtal er ens i alle prøver. Det indikerer, at det er en psykotrof flora, der vokser i alle prøverne, og at kødet er kontamineret med en psykotrof flora.





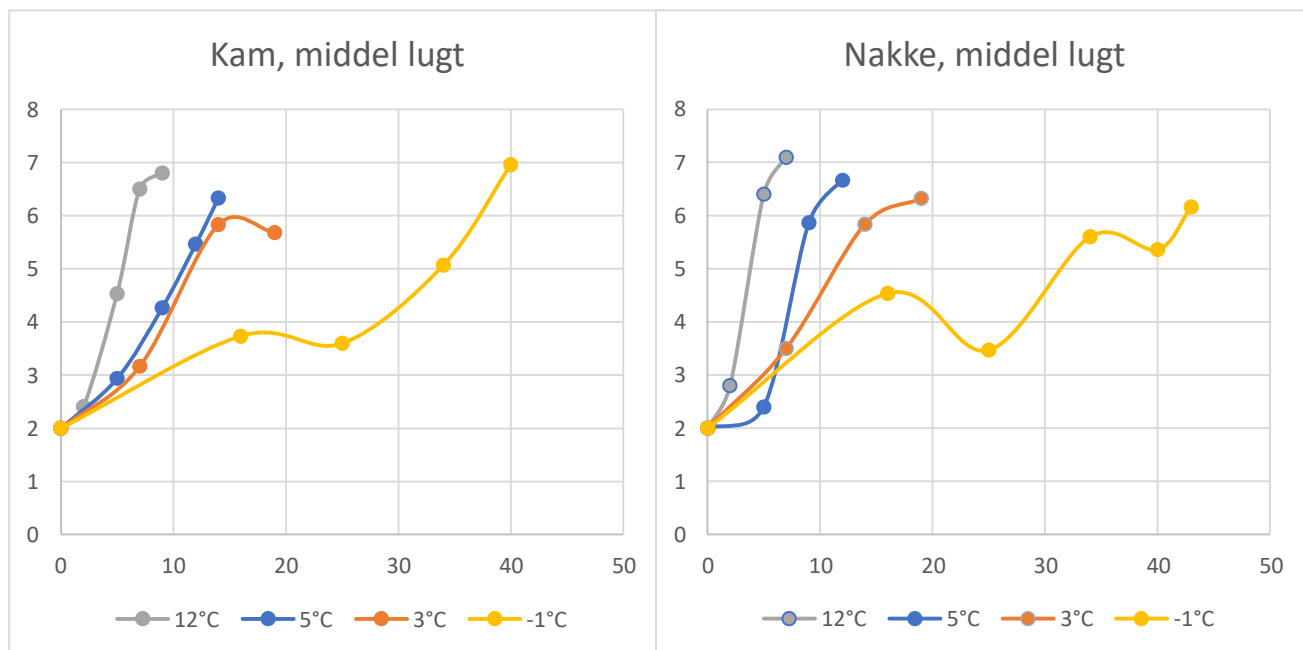
Beregnete Q_{10} -værdier (kimtal)

Data blev indtastet i DMFit, og tiden til log 6 hhv. log 7 blev aflæst fra den fittede vækstkurve. Data, hvor første udtag (efter dag 0) er over 7 log, indgår i beregningen for nakkekød og skal derfor anvendes med varsomhed. Hvis -1°C udelades for nakkekød, fås Q_{10} -værdier på 3-3,4. For hoftekødet er der ingen data, som udelades.



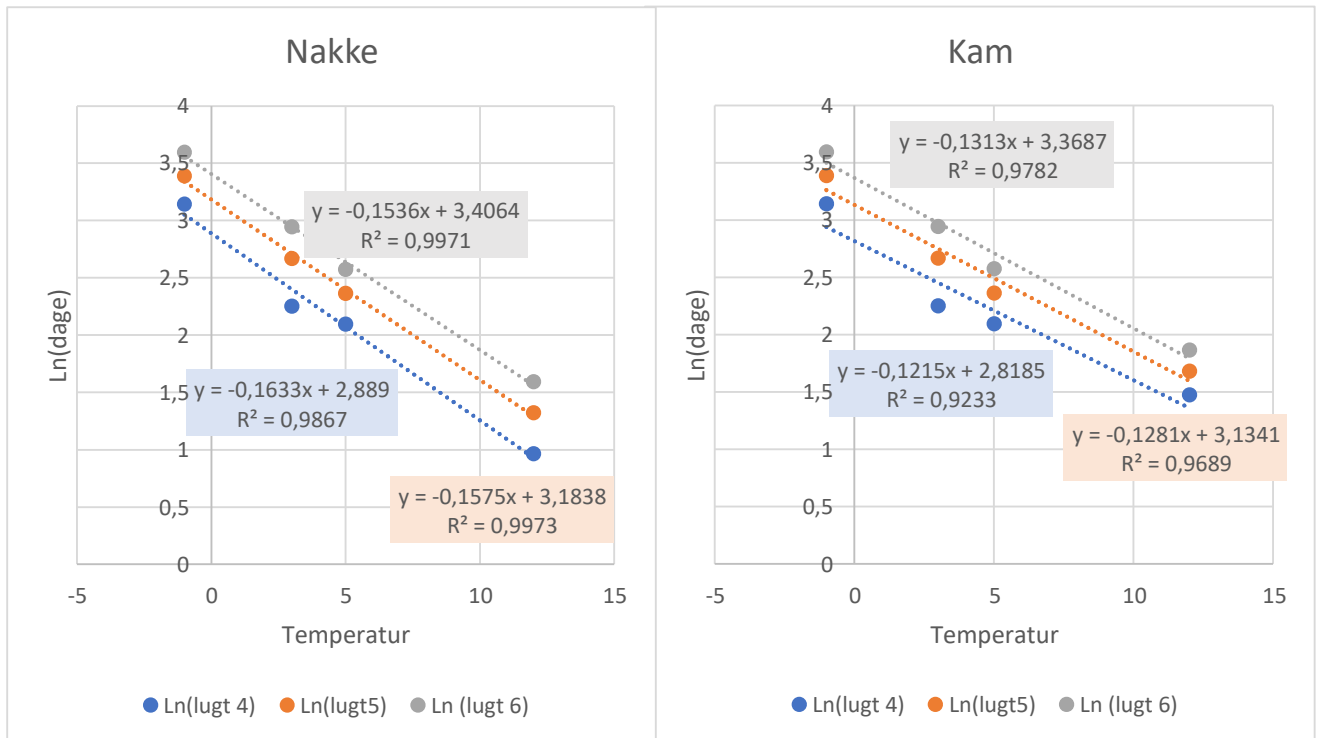


Sensorik (lugtbedømmelse på skalaen 1-4: 1 og 2 er acceptable, 3 og 4 unacceptable)



Beregnete Q_{10} -værdier (lugt)

De sensoriske data blev midlet over dommer pr. prøve. Data blev ganget med 2 og indtastet i DMFit, og tiden til lugt=4, lugt=5 og lugt=6 blev aflæst. Data kan afbildes på rimelig pæn ret linje.





Florasammensætning

Nakkekød lagret ved -1°C, 3°C, 5°C og 12°C

Visuelt ses, at lagring ved -1°C giver forskellige florasammensætninger sammenlignet med lagring ved 3-12°C. Ved -1°C udgør *Lactobacillus* >90% af bakteriefloraen. Denne andel falder ved stigende temperatur. Generelt vokser flere forskellige slægter af bakterier frem ved stigende temperatur.

Statistiske analyser viser, at der er signifikant forskel på florasammensætningen i prøver lagret ved -1°C og hhv. 3°C, 5°C og 12°C (P<0,05). Til gengæld er der ikke statistisk signifikant forskel på prøver lagret ved 3°C og 5°C (P=0,22), men der er forskel på prøver lagret ved 5°C og 12°C (P=0,084).

Lactobacillaceae; Lactobacillus	21	10.2	16.4	12.5	27.7	95.8	94.6	91.5	97.7	95.2	70.8	81.8	50.7	48	35.1	76.9	53.3	15.5	20.9	21	35.3	23.3	30.7	29.1	55.9
Carnobacteriaceae; Carnobacterium	3.2	4.4	1.7	9.9	1	1.2	1.8	4.1	0.7	0.9	11.5	5.9	22.5	21	27.2	3	12.8	38	27.8	35.8	14.4	12.5	10.2	16.1	1.2
Listeriaceae; Brochothrix	44.3	19.3	64.2	35.7	13	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	1	0.9	3.2	0.3	4.2	0.5	0.9	12.2	13.9	6.6	1	0.8	0.1	6.8	0.5
Enterobacteriaceae; Obesumbacterium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1.3	3.6	0	1.8	4.6	0	25.3	2.5	39.5	38.4	30	17.2	30.1
Leuconostocaceae; Leuconostoc	1.6	0.7	0	0	0.2	2.6	3.2	3.9	1.3	3.3	8.6	7.6	4.8	24.1	4.2	9.7	3.8	0.9	1.1	1.5	1.2	6.4	13.8	3.5	8.4
Streptococcaceae; Lactococcus	0	0.9	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0	0.4	0.8	0.3	1.6	0.2	6.8	20.3	0	0.2	0.2	0.8	15.5	13.4	1.3	3.6
Pseudomonadaceae; Pseudomonas	10.5	5	4.7	24.2	5.7	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.6	1.9	3.3	0.7	1.8	0.4	0.3	0.3	0.4	1.1	1.1	0.3	0.3	0.1	0.2
Others-1; Others	10.9	14.2	6.1	9.5	18.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0.3	0.1	0.1	0.6	0.5	0	0	0	0.3	0	0	0
Enterobacteriaceae; Hafnia	2.1	0.1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	3.7	0.4	1.3	0	3.6	0	0	12	0	3.5	0	0.9	0	16.9	0
Enterobacteriaceae; Serratia	0.4	0.7	0.2	0.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0.4	2.1	0.5	3.7	0.9	3.1	6.5	6.6	7.5	0.4	0.6	1.4	6.8	0
Aeromonadaceae; Aeromonas	0	0.6	0.1	3.3	0	0	0	0	0	0	0.4	0.1	2.4	0	6.2	0	0.2	5.6	0.3	12.4	0.1	0.2	0	0.8	0
Clostridiaceae-1; Clostridium	1.9	12.7	0	2.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1	0	0	6.8	0	4.3	0	0.3	0	0.6	0
Bacillales; Thermicanus	0.5	0	0	0	16.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxalobacteraceae; Janthinobacterium	0.3	6.4	5.4	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriaceae; Morganella	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.2	0	3.5	0	7.6	0	0	0.1	0	0.7	0	0	0	0.5	0
Bacillaceae-1; Anoxybacillus	1.4	0	0.2	0.3	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylococcaceae; Staphylococcus	1.5	2.7	0.9	0.3	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Listeriaceae; Listeria	0.1	6.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriaceae; Yersinia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0	1.8	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriaceae; Tiedjeia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.8	0	0	0	0
Bacillaceae-1; Geobacillus	0.2	0	0	0	5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriaceae; Salmonella	0	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriaceae; Escherichia	0	5.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xanthomonadaceae; Xanthomonas	0	5.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterococcaceae; Vagococcus	0	0	0	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.2	0	0.1	0.7	2.2	0.5	0.4	0.4	0	0.2	0
Enterobacteriaceae; Moellerella	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	1.3	0	0	0.9	1.2	0.9	0	0	0	0	0
Shewanellaceae; Shewanella	0	0.3	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	1.9	0	0	0	0.1	1.5	0	0	0	0	0

Start	-1°C	3°C	5°C	12°C
-------	------	-----	-----	------



Kamkød lagret ved -1°C, 3°C, 5°C og 12°C

Visuelt ses, at lagring ved 3°C og 5°C giver profiler, som ser meget ens ud. Der er heller ikke stor forskel på profiler ved -1 og hhv. 3°C og 5°C, dog er *Lactobacillus* totalt dominerende ved -1°C, mens *Leuconostoc* udgør under >10%. Ved 3°C og 5°C udgør *Leuconostoc* >20% af bakterierne; *Lactobacillus* er stadig dominerende, men udgør en faldende del ved stigende temperatur. Ved 12°C udgør *Lactobacillus*, *Leuconostoc* og *Obesumbacteria* (Enterobacteriaceae) hver ca. 1/3 af bakteriefloraen i prøverne.

Statistiske analyser viser, at der er signifikant forskel på florasammensætningen i prøver lagret ved -1°C og hhv. 3°C, 5°C og 12°C (P<0,05). Til gengæld er der ikke statistisk signifikant forskel på prøver lagret ved 3°C og 5°C (P=0,18), men der er forskel på prøver lagret ved 5°C og 12°C (P=0,0072). Det vurderes, at floraen ved -1, 3 og 5°C er rimelig ens. 12°C er derimod væsentlig forskellig.

Lactobacillaceae: Lactobacillus	1.4	38.1	0.8	2.6	1.8	96.2	95.2	94	87.2	95.3	94.5	71.2	84	74.4	83.2	74	77.7	76	78	73	24.8	43.4	27.9	27	38.3
Leuconostocaceae: Leuconostoc	0.2	0.2	0.8	0.2	0.3	3.7	4.7	5.8	12.7	4.6	2.8	27.1	14.6	22.4	15.4	24.3	19.9	22	20.5	25.4	32.5	27.7	43.1	27.4	23.5
Enterobacteriaceae: Obesumbacterium	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.6	0	0	27.7	23.4	38.1	36.1
Staphylococcaceae: Staphylococcus	0.9	6.8	1.5	3.3	57.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Others-1: Others	10.6	13.6	7.5	13.4	21	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.4	0.7	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0.2	0.1	0.1
Listeriaceae: Brochothrix	23.2	8.3	24.3	6.3	4.1	0	0	0	0	0	0.1	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0.1	0
Comamonadaceae: Acidovorax	17	3.1	17.4	16.5	4.6	0	0	0	0	0	0.3	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriaceae: Citrobacter	5.8	13.9	7.4	13.5	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriaceae: Hafnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	39.6	0	0	0	0
Cytophagaceae: Flavimonas	9.8	1.9	10.9	12.2	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carnobacteriaceae: Carnobacterium	1.5	1.5	0.2	1.8	1.6	0	0	0.1	0	0	0.9	0.6	0.7	2.5	0.7	1.1	2.2	1.4	0.2	1.3	2.3	0.6	2.2	2.8	1.1
Sphingomonadaceae: Novosphingobium	3.7	0.7	6.2	6.9	0.8	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudomonadaceae: Pseudomonas	2	3.2	2.6	5.1	2	0	0	0	0	0	0.4	0.4	0.1	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0
Moraxellaceae: Acinetobacter	9.1	2.5	3	1.3	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xanthobacteraceae: Ancylobacter	3	0.8	4.6	3.7	0.4	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphingomonadaceae: Sphingomonas	1.9	3.2	2.6	3.5	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hyphomicrobiaceae: Aquabacter	2.7	0	4.6	3.1	0.8	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhodobacteraceae: Frigidibacter	2.2	1.2	2.9	2.7	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhodospirillaceae: Elstera	2.9	0	2.7	3	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriaceae: Serratia	1.6	1.2	0	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	2.9	0
Streptococcaceae: Lactococcus	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.7	0.6	1.4	1.6	0.8
	T0E1-	T0E2-	T0E3-	T0E4-	T0E5-	T0E0E1-	T0E0E2-	T0E0E3-	T0E0E4-	T0E0E5-	T0E0E1-	T0E0E2-	T0E0E3-	T0E0E4-	T0E0E5-	T0E0E1-	T0E0E2-	T0E0E3-	T0E0E4-	T0E0E5-	T0E0E1-	T0E0E2-	T0E0E3-	T0E0E4-	T0E0E5-





Samlet overblik over forsøg og vurderinger af data

Grøn markering = det vurderes, at accelereret holdbarhedstest er muligt baseret på den angivne analyse.

Rød markering = det vurderes, at det ikke er muligt at lave accelereret holdbarhedstest baseret på den angivne analyse.

PÅLÆG	Temp.	Psykro/meso	Pakkevariation			Kommentar
			Flora	Kimtal	Sensorik	
Rullepølse	5 → 15					Ingen fordærv
	5 → 20					
Kødpølse	5 → 15	Sporadisk vækst	Sporadisk vækst		Ingen fordærv	Sporadisk vækst
	5 → 20					
T1	5 → 10					
	5 → 15	??????				
	5 → 20					
	5 → 25					
T2	5 → 10		????			
	5 → 15	???????				
	5 → 20					
	5 → 25					
T3 grønt	5 → 10					
	5 → 15	?????				
	5 → 20					
	5 → 25					
T4 grønt	5 → 10					
	5 → 15	??????				
	5 → 20					
	5 → 25		????			
S3 grønt	5 → 10					
	5 → 15	?????	?????			
	5 → 20					



PÅLÆG	Temp.	Psyktro/meso	Pakkevariation			Kommentar
			Flora	Kimtal	Sensorik	
Skinke	5 → 15					Høj konservering
	5 → 20					
Mettwurst	5 → 15					
	5 → 20					
Vego	5 → 15					
	5 → 20					
Skinke	3 → 8		ND			Tidligere forsøg
Hamburgerryg	3 → 8		ND			
Frikadelle	3 → 8		ND			



FERSK KØD	Temp.	Psykro/meso Psykro/meso	Flora	Pakkevariation		Kommentar
				Kimtal	Sensorik	
Nakkekød	5 → 10					
	5 → 15					
	5 → 20					
Hofte	5 → 10					
	5 → 15					
	5 → 20					
Nakke	-1 → 12					
	-1 → 10					
	-1 → 5					
	-1 → 3					
	3 → 12					
	3 → 10					
	3 → 5					
	5 → 10					
5 → 12						
Hofte	-1 → 12					
	-1 → 10					
	-1 → 5					
	-1 → 3					
	3 → 12					
	3 → 10					
	3 → 5					
	5 → 10					
5 → 12						
Nakke	-1 → 12					
	-1 → 5					
	-1 → 3					
	3 → 12		???????			
	3 → 5					
	5 → 12		???????			



FERSK KØD	Temp.	Psykro/meso Psykro/meso	Flora	Pakkevariation		Kommentar
				Kimtal	Sensorik	
Kam	-1 → 12	Green	Red	Green	Green	
	-1 → 5	Green	Green	Green	Green	
	-1 → 3	Green	Green	Green	Green	
	3 → 12	Green	Red	Green	Green	
	3 → 5	Green	Green	Green	Green	
	5 → 12	Green	Green	Red	Green	



Anvendte analyser

Mikrobiologiske kimal (6,5°C og 20°C)

Analyseforskrift: SM 108-09

Dybdeudsæd

Psykrotroft: BHI ved 6,5°C/10 dage

Mesofilt: BHI ved 20°C/5 dage

I forsøg 4 (data fra projekt Kvalihøj) er der anvendt følgende:

Psykrotroft: BHI ved 6,5°C/10 dage

Mesofilt: ATP ved 20°C/5 dage

Sensoriske bedømmelser (lugt på skalaen 1-4)

Ved hver bedømmelse findes en 0-prøve pr. kødtype, som dommerne kan "indstille" næsen på.

Ligeledes indgår en 0-prøve også i serien af produkter, som skal bedømmes. Dette er en kontrol af dommerne, og de oplyses om, at den findes. Dette for at sikre, at bedømmelserne ikke påvirkes af, at alle ved, der er tale om et holdbarhedsforsøg.

Lugt vurderes efter 1-4-skalaen, hvor 1-2 er accepteret og 3-4 er ikke-accepteret.

Lugt (fx sur, putrid, svovlet, smør, kærnemælk, våd hund, ost, harsk, gammel, kælder papkasse, osv.)

1. Frisk lugt (kød kan være let syrlig i lugten)
2. Lidt afvigende
3. Tydelig afvigende
4. Meget afvigende

Udseende (rød, brun, grå, bleg, blakket, mælket kødsaft, uklær kødsaft, osv.)

1. Frisk/fin rød
2. Lidt afvigende farve
3. Tydelig afvigende farve
4. Meget afvigende farve

Florasammensætning (16S sekventering)

DNA-oprensning jf. laboratorieprotokollen og sekventering med Illumina.

Databehandling med BION og Celerseq jf. tørlab protokol



Statistisk analyse af sekventeringsdata jf. dok: Y:\Projects\P2009643_SAF 96 Set-up for accelereret holdbarhedstest\Fagligt\Forsøg_Test af DMRI metoden\Statistik på 16S data\Notat_statistiks analyse af 16S data fra forsøg i Acc. holdbarhedstest.docx.



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**