



Rapport

16. dec 2015
2003017-15
FH

Optimering af recept og proces for bevarelse af nitrits effekt i kogte kødprodukter

Flemming Hansen

Sammendrag

Baggrund

Na-nitrit er stadig et af de vigtigste konserveringsmidler i varmebehandlede kødprodukter. Det er derfor vigtigt at forstå de faktorer der påvirker nitrits omsætning både under varmebehandling og under en lagring af produktet. En øget viden om disse faktorer gør det muligt at optimere effekten af nitrit selv ved en lav tilsætning og efter en eventuel mellemlagring af produktet.

Formål

At undersøge og dokumentere hvilke parametre i proces og recept, der påvirker henfald af nitrit under fremstilling og eventuel mellemlagring. Målet er endvidere at udvikle et værktøj, der kan beregne en korrektionsfaktor for nitrit på basis af recept, samt tid og temperatur under mellemlagring.

Konklusion

Projektet har vist, at nitrit-indholdet stort set halveres ved den anvendte varmebehandling (80° C indtil 75°C i centrum) og dernæst henfalder langsomt under en efterfølgende lagring. Kødproduktets pH og tilsatte mængde ascorbat har størst betydning for henfaldet af nitrit, hvor et lavt pH og/eller en stor mængde ascorbat bevirker et hurtigt henfald. Derimod har tilsætning af acetat og laktat kun ringe eller ingen betydning for henfald af nitrit.

Der er udviklet en model til beregning af "korrigeret mængde tilsat nitrit" for mellemlagrede kødprodukter til brug i DMRI's *Listeria* model. Ved brug af den korrigerede værdi opnås en mere præcis prædiktion af kødproduktets potentielle væksthæmning af *L. monocytogenes*.

Fremgangsmåde

<i>Planer</i>	Nedenfor beskrives kun kort den principielle undersøgelsesmetode. For en mere detaljeret beskrivelse henvises til de respektive forsøgsplaner.
<i>Undersøgelses princip</i>	<p>På projektets følgegruppemøder blev det besluttet at anvende en standard kødpølse som modelprodukt til forsøgene. Ikke mindst fordi det er samme produkt, der har været anvendt til udviklingen af DMRI's listeria vækst model.</p> <p>Forsøgene skulle omfatte variation i recept (pH, nitrit, ascorbat, laktat og acetat), samt variation af tid og temperatur under mellemlagring. Alle pølserne blev varmebehandlet og kølet på sædvanlig vis (kogeskab ved 80°C til 75°C i centrum, overbrusning i 15 eller 30 min. og slutkøling til 2°C), hvorefter de blev mellemlagret uden påvirkning af lys og ilt i op til 6 mdr. inden slicening og pakning</p> <p>Under mellemlagring måles residual nitrit efter 0, 1½, 3 og 6 mdr. og for udvalgte kombinationer bestemmes endvidere oxidativ stabilitet, farvestabilitet og væksthæmning af <i>L. monocytogenes</i> (challengetest).</p>
<i>Fremstilling af pølser</i>	Der blev fremstillet i alt 31 forskellige recepter af kødpølse, hvor fedt% (ca 15%), tilsat NaCl (2,1%) og vand (ca. 65%) er konstant i hele forsøget, mens øvrige parametre (acetat 0 og 0,1%), laktat (0, 0,5 og 1,0 %), pH (5,8 og 6,1 – 6,4), ascorbat (0, 4 og 10 gange nitritmængden) og nitrit (0, 60 og 150 ppm) blev varieret i kødpølsen. Kødpølserne blev generelt lagret ved 2°C. Fire recepter blev dog lagret ved 3 forskellige temperaturer (÷1, 2, 5°C), hvilket gav i alt 39 forskellige kombinationer.
<i>Kemi analyser</i>	<p>Alle 31 recepter blev kontrolleret ved kemisk bestemmelse af NaCl, vand, fedt, pH, ascorbat, laktat og acetat i DMRI's kemiske laboratorium umiddelbart efter fremstilling (0 mdr. lagring). De 12 recepter der blev undersøgt i 2014 blev ligeledes undersøgt efter 3 og 6 mdr. mellemlagring ved 2°C.</p> <p>Alle recepter kombineret med lagringstemperatur (39 kombinationer) blev undersøgt for residualnitrit straks efter fremstilling (0 mdr. lagring) og efter 3 og 6 mdr. mellemlagring. De 27 kombinationer, der blev undersøgt i 2015 blev desuden undersøgt efter 1½ mdr. mellemlagring.</p>
<i>Oxidativ stabilitet</i>	De 12 recepter som blev fremstillet i 2014 blev undersøgt for oxidativ stabilitet, målt ved TBARS indholdet efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring ved 2°C

Farvestabilitet

De 12 recepter som blev fremstillet i 2014 blev undersøgt for farvestabilitet (L, a og b målt på Videometer) efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring ved 2°C. Kødproduktet blev igen slicet og pakket i ilt-tæt emballage i 30% CO₂ og 70 % N₂ (med en rest-ilt < 0,3%). Pakkerne blev udsat for belysning for at simulere opbevaring i en kølemontre. Farvemålingen foregik derfor både straks efter slicing og igen efter 13 dages opbevaring af pakkerne ved 5°C udsat for konstant belysning på ca. 1100 lux.

Mikrobiel stabilitet (Challenge test)

For 25 udvalgte kombinationer, blev den mikrobielle stabilitet målt som væksthæmning af *Listeria monocytogenes* (Challenge test) efter mellemlagring i 0, 3 og 6 mdr. Challenge-testen blev udført som følger:

Efter mellemlagring blev pølserne aseptisk skåret i skiver á ca. 1 cm, podet med ca. 500 *L. monocytogenes* på overfladen af skiven (cocktail af 5 listeria stammer), hvorefter skiverne blev pakket i ilt-tæt emballage i 30% CO₂/70% N₂ (rest-ilt <0,3%). Pakkerne blev opbevaret i op til 6 uger ved 8,0°±0,2°C og med jævne mellemrum blev der for hver kombination udtaget 5 pakker til bestemmelse af *Listeria* kimtal på Oxford agar (5 dobbeltbestemmelse).

Data behandling

Alle sammenhørende data for kemi og residualnitrit (39 kombinationer) blev samlet i et regneark og anvendt til at udvikle en model (Excel ark) til beregning af en "korrigeret mængde tilsat nitrit" efter mellemlagring på basis af indtastede værdier for pH, laktat, acetat, nitrit og ascorbat, samt tid og temperatur under mellemlagring.

Vækstdata for *L. monocytogenes* (i alt 25 kombinationer) på kødpølsen under opbevaring ved 8°C, blev indtastet i DMFit i Combase (<https://browser.combase.cc/DMFit.aspx>), hvorefter DMFit beregnede den maksimale væksthastighed (μ Max), som er et entydigt udtryk for hvor godt recept + omgivelser hæmmer *L. monocytogenes*. Den beregnede μ Max for den reelt observerede vækst blev sammenlignet med den prædikterede μ Max fra DMRI's listeria model, udregnet med den "korrigerede mængde tilsat nitrit".

Resultater

Standard kemi 2014

Tabel 1 i bilag 1 viser data for laktat, pH, salt/vand og nitrit i 12 recepter af kødpølser lagret op til 6 måneder ved 2°C. Det fremgår af tabellen, at ud over nitrit, ændres kemien ikke under mellemlagring. Det blev derfor besluttet, at der i 2015 kun blev målt standardkemi på recepterne umiddelbart efter fremstilling.

Endvidere fremgår det, at pølserne kunne fremstilles meget ensartet fra gang til gang (recept 1-2 vs 2-1; recept 1-5 vs 2-4; recept 1-3 vs 2-2 og recept 1-6 vs 2-5).

Oxidativ stabilitet

Tabel 2 i bilag 1 viser middeldata for TBARS (n = 2 eller 3) for 12 recepter af kødpølser lagret i op til 6 mdr. ved 2°C. Som hovedregel gælder, at TBARS værdier på 3 og derover kan registreres som harsk af et trænet smagepanel.

Tabellen viser, at der kun er sket en mindre oxidering, idet kødpølserne har været lagret i ilt-fri atmosfære (vakuumpakket). Men det ses dog, at kødpølser uden tilsætning af nitrit generelt er mere sårbare over for oxidation end kødpølser med nitrit. Samtidig ses, at pH synes at have en relativt stor betydning, selv i pølser uden nitrit. Generelt er pølser tilsat nitrit og med højt pH oxidativt stabile i op til 6 mdr., mens pølser tilsat nitrit men med lavt pH viser en begyndende oxidation efter 3 mdr.

Farvestabilitet

Tabel 3 i bilag 1 viser data for farvestabilitet (n = 2 eller 3) for 12 recepter af kødpølser lagret i op til 6 mdr. ved 2°C. Farvestabilitet er her målt med videometer (L, a og b) og det er parameteren (a = produktets rødhed), der er fokuseret på. Produktets farvestabilitet udtrykkes her som en ændring i farve efter 13 dages opbevaring under lys (1100 lux), hvor en lille ændring i farven (a) = en god farvestabilitet.

Helt overordnet ses, at produkter uden nitrit allerede på dag 0 har en meget lav score i (a), hvilket er i overensstemmelse med at de fremtræder som blege, nærmest hvidlige kødprodukter. Da de er farveløse, ændres farven eller farvestabiliteten ikke væsentligt ved yderligere lagring. For produkter med nitrit ses derimod en høj (a) værdi ved dag 0 (= en tydelig rød farve). Produkter med nitrit, der er slicet på dag 0 og udsat for lys ændrer ikke farve ved 13 dages lagring og de har derfor en god farvestabilitet. Efter 3 mdr. mellemlagring er farven stadig bevaret ved slicening, men efter 13 dages opbevaring med lyspåvirkning forsvinder farven på kødproduktet med lav pH, altså dårligere farvestabilitet. Produktet med høj pH har stadig en tydelig rød

farve efter 13 dages opbevaring under lys og har således en god farvestabilitet. Efter 6 mdr. mellemlagring er farvestabiliteten (udtrykt ved at den røde farve reduceres markant efter 13 dages opbevaring under lyspåvirkning) væsentligt forringet for begge kødprodukter, dog mest for produktet med lav pH-værdi.

Data viser altså nogenlunde samme tendens for farvestabilitet som for oxidativ stabilitet; nemlig at pølser med nitrit og lavt pH viser en kraftigt reduceret stabilitet allerede efter 3 mdr. mens et højt pH medfører en god farvestabilitet efter 3 mdr. Efter 6 mdr. er kødproduktet tilsat nitrit og med højt pH mere farvestabil end produktet med lavt pH. For begge produkter er farvestabiliteten dog væsentligt forringet efter 6 mdr.

Måling af residual-nitrit

De målte residualnitrit værdier viste generelt en god overensstemmelse mellem de gennemførte triplebestemmelser. Samtlige data er anvendt til udvikling af en model til beregning af residualnitrit, dels umiddelbart efter varmebehandling (kogning ved 80°C til 75°C i centrum) og efter en eventuel mellemlagring (ved temp. fra ÷1 til 5°C).

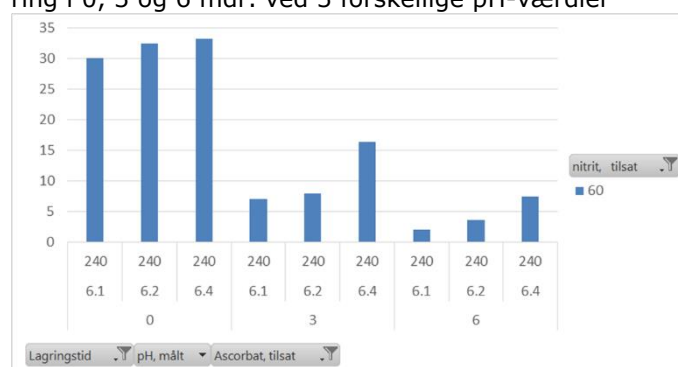
Generelt er henfaldet af nitrit en kompleks funktion af de forskellige parametre. Den samlede effekt af recept og lagringsbetingelser kan således bedst vurderes ved brug af den udviklede model. Men på baggrund af de eksisterende data, er effekten af de forskellige parametre forsøgt beskrevet nedenfor

Virkning af pH på henfald af nitrit

I forsøgene er der undersøgt produkter med pH fra 5,8 og op til 6,4. Der blev observeret en meget stor effekt af pH på hastighed af nitritomsætningen. I produkter med lavt pH (pH 5,8) forsvinder nitrit efter ganske kort lagringstid.

Figur 1 nedenfor viser, at selv en reduktion på 0,2 til 0,3 pH enheder bevirker et væsentligt hurtigere henfald af nitrit.

Figur 1: Målt nitrit (60 ppm tilsat, 240 ppm ascorbat) efter mellemlagring i 0, 3 og 6 mdr. ved 3 forskellige pH-værdier



Virkning af tilsat ascorbat på henfald af nitrit

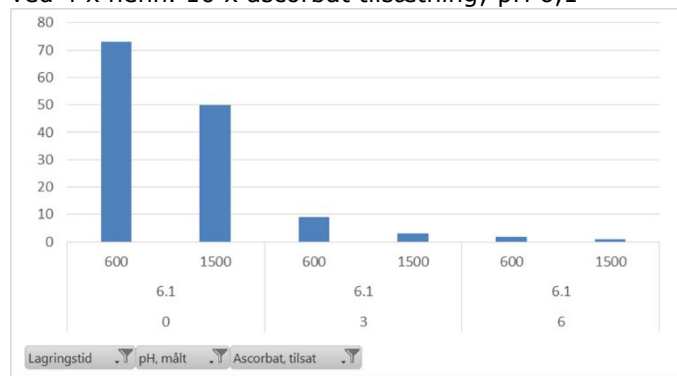
Ascorbat tilsættes typisk i en mængde der svarer til 4 gange den tilsatte nitritmængde (fx 240 ppm til 60 ppm tilsat nitrit).

I indeværende forsøg er der undersøgt produkter tilsat 4 x nitritmængde (240 henh. 600 ppm ascorbat) og 10 x nitritmængden (600 og 1500 ppm ascorbat), samt enkelte produkter med 6,7 x ascorbat (60 ppm nitrit og 400 ppm ascorbat).

På figur 2 ses at 10 x ascorbat (her 1500 ppm) medfører en forøget omsætning af nitrit allerede under varmebehandlingen.

Henfaldet under den efterfølgende mellemlagring er også forøget ved den høje ascorbat tilsætning, men ikke helt så markant som under varmebehandlingen.

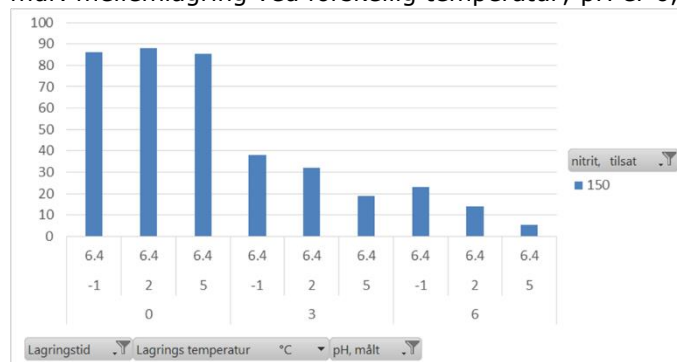
Figur 2: Målt nitrit (150 ppm tilsat) efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring ved 4 x henh. 10 x ascorbat tilsætning; pH 6,1



Virkning af temperatur under mellemlagring på henfald af nitrit

I forsøgene har produkterne været mellemlagret som blokvare, vakuumpakket i tæt emballage ved 3 forskellige temperaturer ($\div 1, 2$ og 5°C). Lagringstemperaturen har i hele perioden overholdt set-punkt $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Figur 3 viser betydningen af temperaturen under mellemlagring, hvor en temperatur på 5°C medfører en noget hurtigere omsætning af nitrit end lagring ved 2°C eller $\div 1^{\circ}\text{C}$.

Figur 3: Målt nitrit (150 ppm tilsat, 600 ppm ascorbat) efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring ved forskellig temperatur; pH er 6,4.

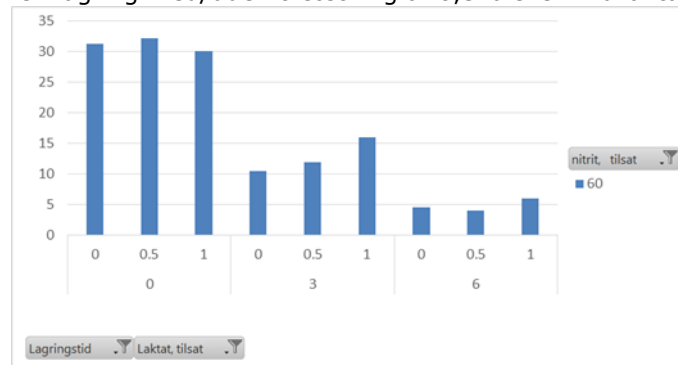


Virkning af tilsat laktat og acetat på henfald af nitrit

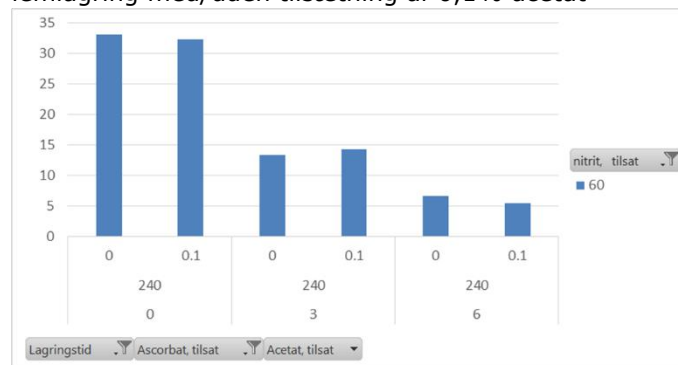
Laktat og acetat har kun været undersøgt som tilsætning i relativt små mængder, selvom DMRI's Listeria model kan estimere vækst af *L. monocytogenes* op til 3 % tilsat Na laktat og 0,5% tilsat Na acetat. Men så store tilsætninger anvendes kun yderst sjældent i praksis pga. sensoriske bivirkninger.

Figur 4 og 5 viser hvordan tilsætning af laktat (0,5 eller 1% tilsat Na-laktat) eller acetat (0,1% tilsat Na acetat) påvirker omsætning af nitrit. Hverken tilsætning af laktat eller acetat synes i at have en entydig effekt på henfald af nitrit. Parameteren "tilsat acetat" indgår dog i den udviklede model, men bidrager kun meget lidt til det beregnede henfald af nitrit under mellemlagring.

Figur 4: Målt nitrit (60 ppm tilsat, 240 ppm ascorbat) efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring med/uden tilsætning af 0,5% eller 1% laktat



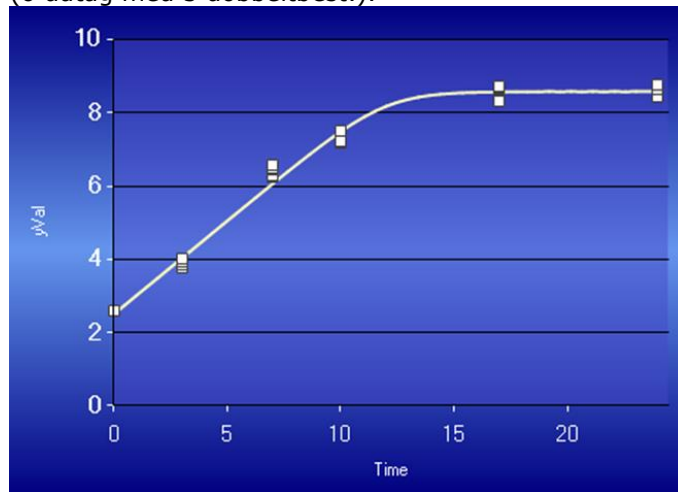
Figur 5: Målt nitrit (60 ppm tilsat, 240 ppm ascorbat) efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring med/uden tilsætning af 0,1% acetat



Challengetest – væksthæmning af Listeria monocytogenes

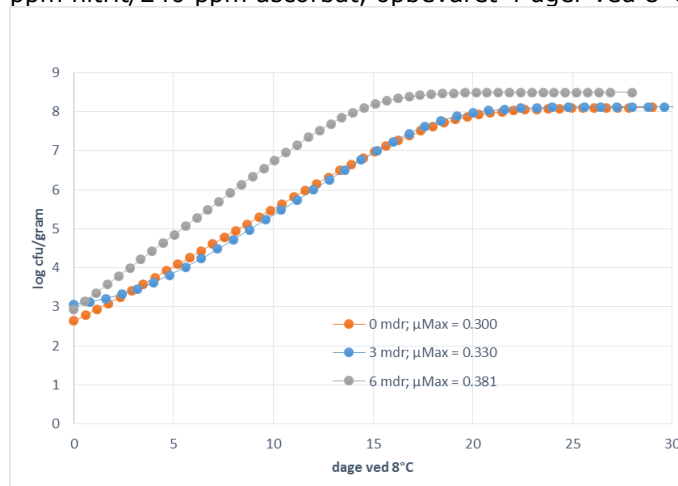
I projektet er i alt 25 udvalgte kombinationer blevet undersøgt for vækst/væksthæmning af *L. monocytogenes* efter mellemlagring i 0, 3 og 6 mdr. Sammenhørende værdier af kimtal for *L. monocytogenes* og lagringstid i dage er plottet i programmet "DMFit" og typisk opnås ganske præcise vækstkurver (figur 6)

Figur 6: Eksempel på vækstkurve (challenge-test) for *L. monocytogenes* (6 udtag med 5 dobbeltbest.).



Udover at bestemme den vækstkurve der bedst "fitter" til de indtastede data, beregner DMFit den maksimale væksthastighed (μ_{Max}) for den eksponentielle vækstfase. Den observerede μ_{Max} kan sammenlignes med den μ_{Max} som DMRI's listeria model beregner ud fra recept (med den korrigerede værdi for nitrit efter mellemlagring) og lagringsbetingelser under challenge-testen (temperatur, CO_2). Typisk blev den observerede vækst af listeria hurtigere efter mellemlagring af kødpølser (hele blokvarer) tilsat nitrit (se eksempel i figur 7). Dette er i overensstemmelse med, at nitrit henfalder under mellemlagring.

Figur 7: Vækstkurver fra DMFit (observeret vækst) efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring af blokvarer ved 5°C; Kødpølse med 3,2 % salt/vand, pH 6,2 og 60 ppm nitrit/240 ppm ascorbat, opbevaret 4 uger ved 8°C, 30% CO_2



De observerede vækstkurver viser, at væksthastigheden stiger jo længere produktet har været mellemlagret inden slicening. I overensstemmelse hermed estimerer modellen værdier for "residual nitrit" på 32, 7,8 og 1,9 ppm efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring ved 5°C.

Udvikling af model

Sammenhørende data mellem recept, målt nitrit efter varmebehandling, målt nitrit til forskellige tid under mellemlagring og den tilhørende temperatur er ved hjælp af programmet "Unscrambler" anvendt til at udvikle en model som

- beregner % nitrit der henfalder under varmebehandling
- beregner den mængde nitrit der er tilbage efter en given mellemlagring af blokwaren (residualnitrit)

På baggrund af den resterende mængde nitrit (X ppm) og det beregnede henfald af nitrit under varmebehandling af det givne kødprodukt, beregner modellen den mængde nitrit der skulle have været tilsat produktet for at opnå X ppm efter varmebehandling. Dette er den "Korrigerede mængde tilsat nitrit" som skal indtastes i DMRI's Listeria model for at opnå det aktuelle vækstpotentiale efter mellemlagringen af produktet.

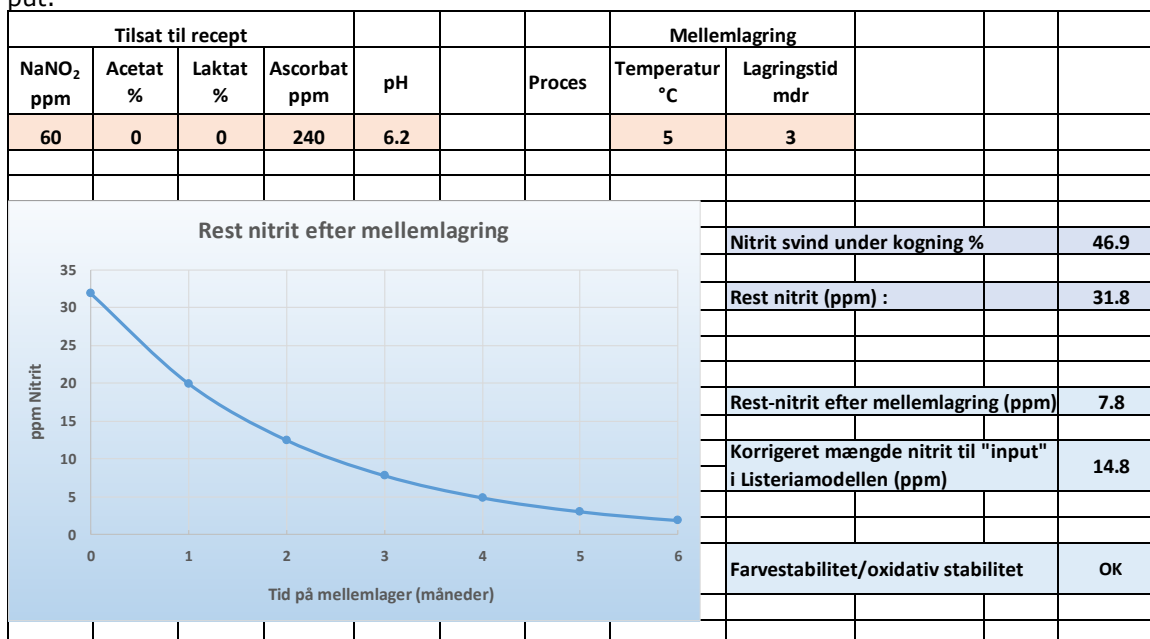
Brug af model

Den udviklede model - i form af et Excel ark - kan anvendes som et modul til DMRI's Listeria model. Relevante værdier for produktets indhold af tilsat nitrit og ascorbat, acetat og pH indtastes. Efterfølgende indtastes lagringstid og temperatur, hvorefter modellen beregner dels % henfald af nitrit under selve kogeprocessen dels residual-nitrit i produktet efter den ønskede mellemlagringstid af blokwaren.

I DMRI's listeria model skal man imidlertid indtaste "tilsat nitrit" og ikke den aktuelt målte mængde nitrit i produktet (residual nitrit) efter varmebehandling. Derfor omregner modellen efterfølgende den estimerede værdi for "målt residualnitrit" til en modsvarende værdi for "tilsat nitrit", som skal indtastes i DMRI's listeriamodel (se figur 8). Med den korrigerede værdi for tilsat nitrit opnås en mere præcis prædiction af det mellemlagrede produkts potentielle væksthæmning af *L. monocytogenes*

Som en ekstra feature giver modellen en "advarsel" når residual nitrit er så lavt, at der er risiko for at produktets farve- og oxidative stabilitet er markant forringet. Det er bygget ind i modellen, med en grænseværdi på 7,5 ppm residualnitrit. MEN stabiliteten afhænger i høj grad af hvor meget ilt (O₂) der er tilstede, hvorfor denne funktion kun er gyldig når produktet lagres ved lav ilt (< 0,3% rest-O₂). Dette gælder både under mellemlagring (fx ved vakuumpakning) og efter slicening (vakuumpakning eller MA pakning med lav rest-O₂).

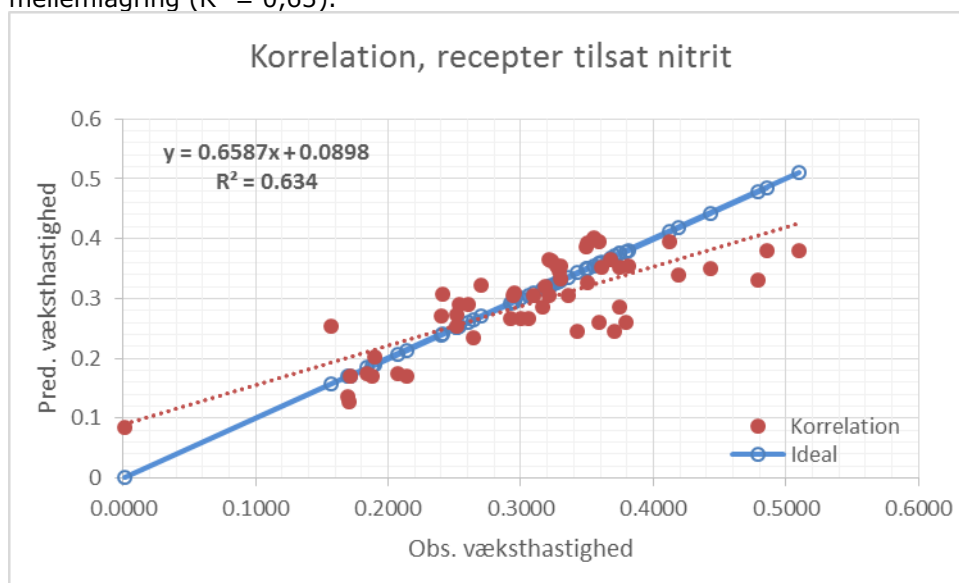
Figur 8: Residual-nitrit modellens brugerflade. Røde felter er in-put værdier og blå felter er modellens out-put.



Validering af den nye "residual-nitrit" model

Residual-nitrit modellen er valideret ved sammenligning af μ Max for den observerede vækst i 25 kombinationer efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring og den tilsvarende prædikterede væksthastighed vha DMRI's listeriamodel. Den prædikterede vækst efter 3 og 6 mdr. mellemlagring af blokvarer, er baseret på den "korrigerede mængde tilsat nitrit" beregnet i "residual-nitrit" modellen.

Figur 9: Plot over sammenhørende værdier af observeret og prædikteret væksthastighed (μ Max) for 25 kombinationer testet efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring ($R^2 = 0,63$).



Et plot over prædikterede og observerede værdier for μ_{Max} er vist i figur 9. En korrelation med en R^2 på 0,634 viser en god overensstemmelse mellem de observerede og de beregnede data efter korrektion for henfald af nitrit. Modellens beregnede Bias (0,95) og Accuracy (1,26) for datasættet viser, at modellen er valid i det undersøgte område.

Dog skal det bemærkes, at ved en sammenligning af den opnåede tendenslinje med ideallinjen (blå linje i figur 8) har DMRI's model en tendens til at overprædiktere vækst i recepter som er tæt på at være stabiliserede, hvorimod modellen underprædikterer i området med kraftig vækst. Dette er fornuftigt nok, idet recepter, hvor der prædikteres kraftig vækst vil være risikable at producere. Her er det mindre væsentligt, at modellen underprædikterer vækstpotentialer.

I området med næsten stabiliserede produkter er der en tendens til at overprædiktere vækst, hvilket gør modellen til en "fail safe" model i dette område. Dette er en velkendt egenskab ved DMRI's model.

Diskussion og Best Practise

Projektet har resulteret i dels en forøget viden om de faktorer der har indflydelse på omsætning af nitrit i kogte kødprodukter, samt en model for beregning af residual-nitrit. Modellen kan beregne en "korrigeret mængde tilsat nitrit" til indtastning i DMRI's Listeria model, når man skal prædiktere mulig vækst af *L. monocytogenes* i et kødprodukt, hvor blokvareren har været mellemlagret.

Overordnet viser resultaterne, at henfald af nitrit under varmebehandling og mellemlagring ikke kan undgås. Projektet har vist, at især et lavt pH bevirker et hurtigt henfald af nitrit, både under varmebehandling og under mellemlagring. For at øge mængden af residualnitrit skal kødproduktet således have et højt pH. Man skal dog være opmærksom på, at højt pH ligeledes øger væksthastigheden for Listeria, så selvom man har en større mængde residualnitrit, kan den samlede væksthæmning sagtens være dårligere ved højt pH.

Ligeledes medfører en stor mængde tilsat ascorbat, at nitrit henfalder hurtigere. Det vil derfor være optimalt for mængden af residualnitrit at producere kødprodukter med lavt eller slet intet tilsat ascorbat. Men her skal man være opmærksom på, at ascorbat medvirker til farvedannelse og farvestabilitet og reducerer risiko for nitrosamindannelse.

Procesmæssigt kan residualnitrit øges ved at mellemlagre kødprodukter ved en så lav temperatur som muligt. Projektet har ikke haft ressourcer til også at undersøge hvordan forskellige varmebehandlinger (fx sous vide / LTLT) påvirker omsætningen af nitrit under varmebehandling.

Konklusion

Projektet har vist, at nitrit-indholdet stort set halveres ved den anvendte varmebehandling (80° C indtil 75°C i centrum) og dernæst henfalder langsomt under en efterfølgende lagring. Kødproduktets pH og tilsatte mængde ascorbat har størst betydning for henfaldet af nitrit, hvor et lavt pH og/eller en stor mængde ascorbat bevirker et hurtigt henfald. Derimod har tilsætning af acetat og laktat kun ringe eller ingen betydning for henfald af nitrit.

Der er udviklet en model til beregning af "korrigeret mængde tilsat nitrit" for mellemlagrede kødprodukter til brug i DMRI's *Listeria* model. Ved brug af den korrigerede værdi opnås en mere præcis prædiktion af kødproduktets potentielle væksthæmning af *L. monocytogenes*.

Tabel 1: Ændring i kemiske parametre ved 6 mdr. mellemlagring ved 2°C for 12 recepter

Hold-serie	Salt/vand			laktat			nitrit			pH		
	0 mdr	3 mdr	6 mdr	0 mdr	3 mdr	6 mdr	0 mdr	3 mdr	6 mdr	0 mdr	3 mdr	6 mdr
1-1	3.2	3.2	3.2	1.2	1.1	1.2	31	6	3	6.29	6.31	6.33
1-2	3.2	3.2	3.2	0.5	0.4	0.4	33	10	2	6.26	6.3	6.29
1-3	3.2	3.2	3.2	0.5	0.4	0.4	0	0	1	6.29	6.33	6.31
1-4	3.2	3.2	3.2	1.2	1.1	1.1	17	2	2	5.75	5.8	5.77
1-5	3.3	3.3	3.3	0.4	0.4	0.4	18	1	2	5.76	5.77	5.74
1-6	3.2	3.2	3.3	0.4	0.4	0.4	0	0	1	5.74	5.76	5.74
2-1	3.2	3.2	3.3	0.3	0.4	0.4	32	7	0	6.3	6.26	6.26
2-2	3.2	3.2	3.3	0.3	0.3	0.3	0	0	0	6.34	6.33	6.32
2-3	3.2	3.2	3.3	1.1	1.1	1.1	0	0	0	6.32	6.34	6.33
2-4	3.3	3.2	3.3	0.3	0.4	0.4	12	0	0	5.73	5.75	5.77
2-5	3.5	3.5	3.5	0.3	0.3	0.3	0	0	0	5.73	5.75	5.74
2-6	3.1	3.2	3.2	1.1	1.1	1.1	0	0	0	5.74	5.74	5.76

Tabel 2: Oxidativ stabilitet (målt som TBARS) i kødpølse efter 0, 3 og 6 mdr. mellemlagring ved 2°C

Nitrit	pH	0 mdr	3 mdr	6 mdr
60	6.3	1	1	1
60	5.8	1	1	2
0	6.3	1	1	2
0	5.8	2	2	3,3

Tabel 3: Farvestabilitet; Rødhed (a) målt i videometer efter 6 mdr. mellemlagring ved 2°C, hvorefter produktet er slicet, pakket i 30% CO₂ og 70% N₂ (rest-ilt <0,3%) og lagret 13 dage ved 5°C under lyspåvirkning (1100 Lux) (0 bleg => 20 mere rød)

Nitrit	pH	0 mdr			3 mdr			6 mdr		
		start	slut	ændring	start	slut	ændring	start	slut	ændring
60	6.3	11.9	11.3	-0.7	9.9	9.7	-0.2	9	3.5	-5.5
60	5.8	11.9	12	0.1	9.9	3.1	-6.8	9.1	2.9	-6.2
0	6.3	3.7	2.5	-1.2	3.8	2.5	-1.2	3.5	1.7	-1.8
0	5.8	2.4	2.2	-0.2	3	2.1	-1	3	1.8	-1.2