



Notat

Validering af prædiktive modellers anvendelighed for hybridprodukter Status 2023

23. januar 2024

Proj.nr. 2010409

Version 1

Init. NBS/MT/EMMP

Baggrund

Der findes meget lidt viden om vækst af bakterier i kødprodukter tilsat vegetabilier (hybridprodukter). Producenter af hybridprodukter er udfordret ift. dokumentation af fødevarerikkerhed og holdbarhed. DMRI Predict er en samling af prædiktive modeller, som kan benyttes til fx at dokumentere, at et kødprodukt er mikrobiologisk sikkert. Hvorvidt modellerne også gælder for hybridprodukter, vides dog ikke. Derfor er der behov for at validere og evt. udbygge de eksisterende modeller på DMRI Predict, så de også kan anvendes til hybridprodukter med et varierende indhold af vegetabilier (op til 30%). Dette er formålet for projektet "Validering af prædiktive modellers anvendelighed for hybridprodukter" (2023-25).

Formål

Formålet med dette notat er at opsummere beslutninger og indledende resultater fra projektets første år.

Status for "Validering af Prædiktive modellers anvendelighed for hybridprodukter" 2023

Modeller udvalgt til validering

I samarbejde med projektets industrielle følgegruppe er følgende modeller fra DMRI Predict blevet udvalgt til validering af anvendelighed for hybridprodukter:

- Sikkerhedsmodellen for *Listeria monocytogenes*
- Sikkerhedsmodellen for *Clostridium botulinum*
- ConFerm-modellen (sikkerhedsmodel for produktion af spegepølser)
- Holdbarhedsmodellen for hakket kød (gris)

Kort opsummering af viden om bakteriers vækst i hybridprodukter

Tidligere undersøgelser af en lang række friske grøntsager og urter samt tørrede vegetabilier viser, at der ved tilsætning af disse vil være en risiko for et øget mikrobielt load af især sporedannere i produkterne. Dette er dog en parameter, som de prædiktive modeller på DMRI Predict er uafhængige af, og den har derfor ikke betydning for, hvorvidt de prædiktive modeller er anvendelige for hybridprodukter.

For *Listeria*-modellen gælder, at et eventuelt højere startkimalt i råvarerne ikke vil påvirke modellen, idet det forventes, at alle vegetative bakterieceller er elimineret under varmebehandling. Den kontaminering, der prædikteres vækst af, er efterkontaminering, som må formodes at være sammenlignelig med efterkontaminering af rene kødprodukter. Derudover bruger modellen vækstrater til at prædiktere vækst, som er uafhængige af startkimaltet.

Clostridie modellen prædikerer risikoen for vækst, som ligeledes er uafhængig af start antallet af Clostridiesporer.

I modellen for hakket kød er det muligt at indtaste startkimalt (op til 4 log cfu/g), hvorfor det ikke påvirker modellens prædiktioner, hvis råvarerne har et højere startkimalt.

I et hybridprodukt vil pH være højere jo mere kød, der er erstattet med plante-protein, som kan have højt pH (et eksempel er ærteprotein med pH 7,8). Da pH indtastes i flere modeller på DMRIPredict, vil modellerne således korrigeres for dette. Dog kan der være en udfordring i forhold til brug af modellerne for *Listeria monocytogenes* og *Clostridium botulinum*, hvor pH-intervallerne går til hhv. 6,6 og 6,4, hvis hybridprodukternes pH ligger højere end dette.

Tidligere forsøg på DMRI har indikeret, at mælkesyrebakterier vokser hurtigere ved tilsætning af vegetabilier. En hypotese er, at det er den øgede tilgængelighed af sukker (fra nedbrydning af stivelse fra de tilsatte grøntsager), der forårsager den øgede vækst af mælkesyrebakterier.

Når kød, som naturligt indeholder laktat, erstattes af grøntsager, vil der være mindre laktat i produktet. Dette vil kunne påvirke væksten af *L. monocytogenes* og *C. botulinum*.

I sikkerhedsmodellerne for *L. monocytogenes* og *C. botulinum* kan man p.t. korrigere for mængden af kød i produktet og dermed for mængden af naturligt laktat ved at vælge, om man har et helmuskelprodukt eller et emulgeret produkt.

Visse grøntsager har antimikrobiel virkning. Fx er det set i frisk gulerodsjuice, at visse sorter virker antilisterielle, mens andre sorter ikke har samme effekt. Den antilisterielle effekt af gulerødder er dog ustabil og inaktiveres ved opvarmning til 30°C. Kraftig findeling/blendning af gulerødder ødelægger også den antilisterielle effekt. Det vurderes derfor, at det ikke vil være en faktor, der skal medtages. Hvis der er antilisteriel effekt tilbage efter varmebehandling, vil det påvirke prædiktioner fra listeriemodellen i en sikker retning, dvs. modellen vil overprædiktere væksten.

Status for indledende arbejde med udvalgte modeller fra DMRIPredict

Listeriamodellen

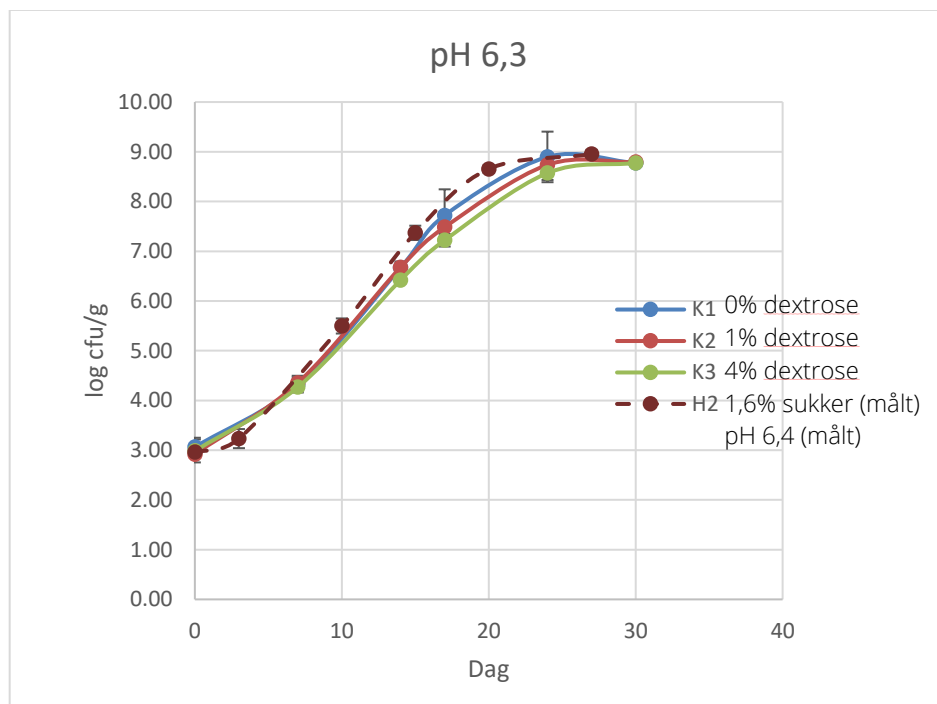
Påvirkes væksten af L. monocytogenes af tilgængelighed af kulhydrat?

I et indledende forsøg blev *L. monocytogenes* podet på skiver af kødpølse med forskellig pH (pH 6,3 og 6,6) og med varierende tilsætning af dextrose (0-4%). Der blev desuden podet på 2 hybridpølser med forskellig pH og indhold af reducerende sukkerender.

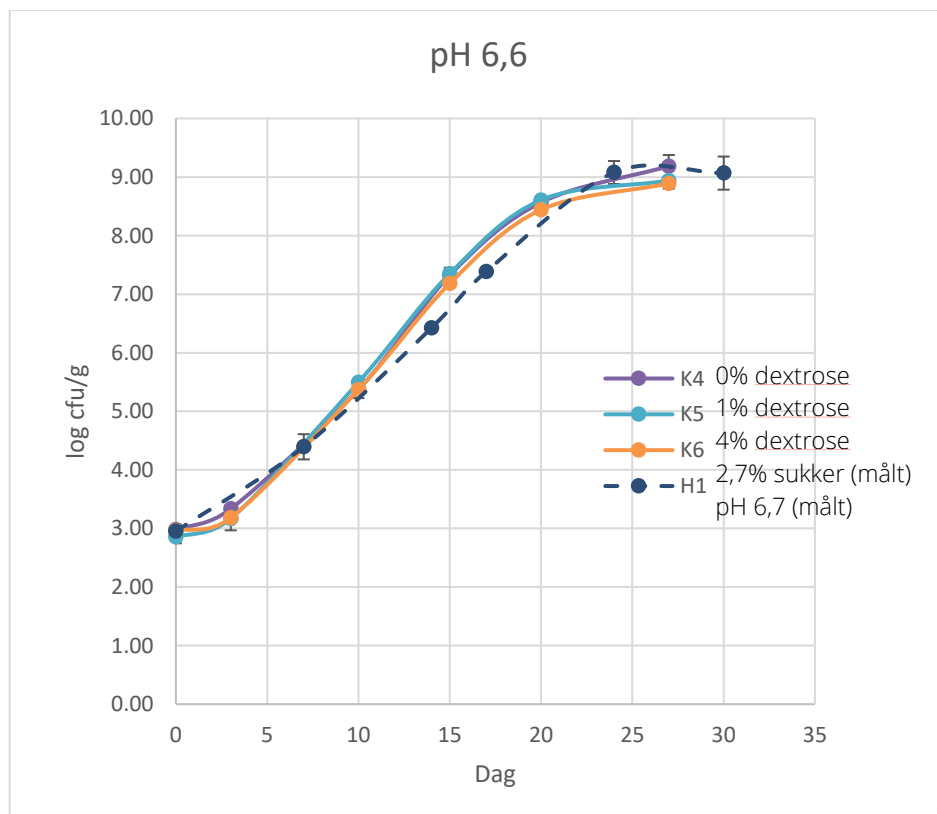
Formålet med forsøget var at undersøge, om væksten af *L. monocytogenes* påvirkes af tilgængelighed af kulhydrat/reducerende sukre, som tidligere er set for mælkesyrebakterier.

Resultaterne viser, at *Listeria* ikke vokser hurtigere ved tilsætning af dextrose, hvilket indikerer, at en øget mængde kulhydrat fra vegetabilier ikke vil forårsage

hurtigere vækst af *Listeria* i et hybridprodukt sammenlignet med i et rent kødprodukt.



Figur 1. Vækst af *Listeria monocytogenes* i hhv. kødpølser (K1-K3) og hybridpølse med pH 6,3-6,4. Kødpølser er tilsat enten 0, 1 eller 4% dextrose.



Figur 2. Vækst af *Listeria monocytogenes* i hhv. kødpølser (K4-K6) og hybridpølse med pH 6,6-6,7. Kødpølser er tilsat enten 0, 1 eller 4% dextrose.

Udvidelse af Listeria-modellen

Da hybridprodukter, der er tilsat planteproteiner, kan have pH-værdier >6,6, skal pH-intervallet for Listeria-modellen på DMRIPredict, der på nuværende tidspunkt går fra pH 5,4 til pH 6,6, udvides til at dække pH-intervallet 5,4-7,0.

Indledende challengetest til generering af data til udvidelsen er udført. Disse første forsøg viser, at laktat og acetat har mindre hæmmende virkning på *Listeria* ved pH 6,9-7,0 end ved pH 6,6. Derfor skal der i næste forsøg især fokuseres på indsamling af data, der afdækker laktat og acetats vekselvirkning med pH.

Modelrecepter til validering

Der er afprøvet forskellige modelrecepter for hybridprodukter til validering af Listeria-modellen. Recepterne tager udgangspunkt i tilsætning af 30% vegetabilier, enten i form af blancherede/kogte vegetabilier eller i form af en blanding af dette og planteproteiner.

Clostridium botulinum-modellen

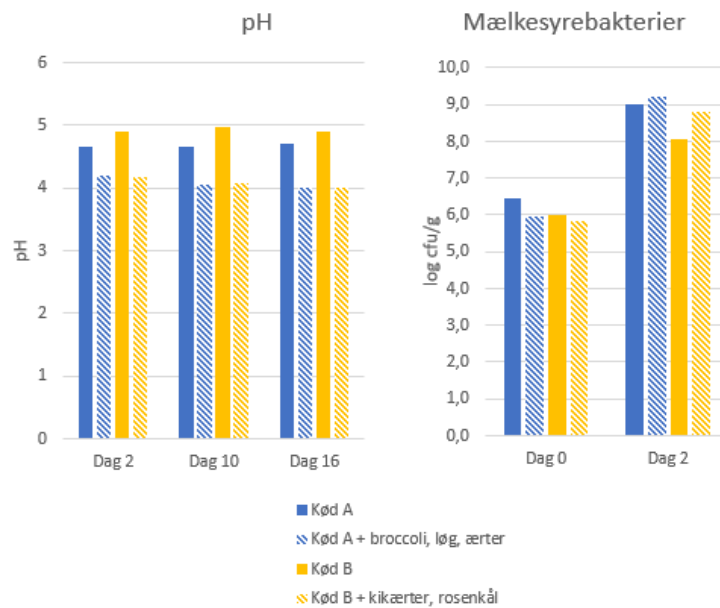
Der er i 2023 ikke arbejdet med modellen for *Clostridium botulinum*. Der er i laboratoriet indkørt en ny laboratoriebank til anaerob dyrkning, der muliggør arbejdet med modellen for *Clostridium botulinum*.

ConFerm-modellen

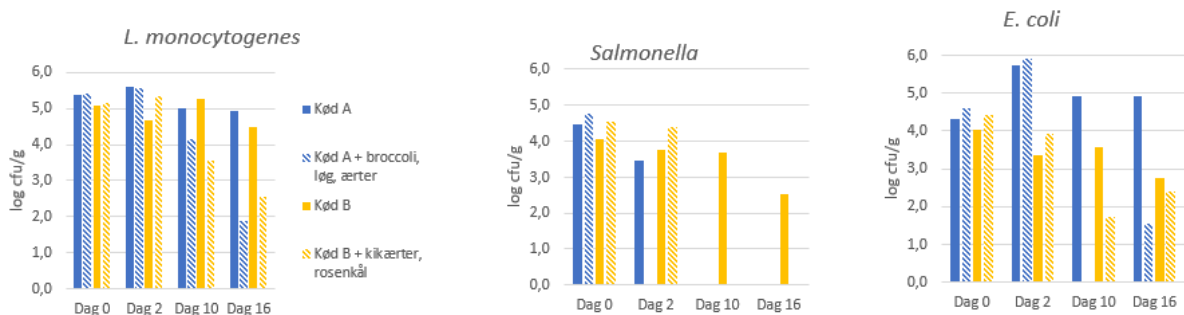
I indledende forsøg med spegepølser podet med patogene bakterier (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella* og *E. coli*), hvor 30% kødråvarer var erstattet med 30% vegetabilier (broccoli, løg og ærter, eller rosenkål og kikærter), blev der observeret et større pH-fald end i spegepølser med sammenlignelig konservering uden erstatningen af kød med vegetabilier (figur 3).

Der var en større reduktion af patogener i spegepølserne tilsat vegetabilier (figur 4). Resultatet her indikerer altså, at tilsætning af vegetabilier resulterer i spegepølser, der er lige så sikre som spegepølser uden ekstra vegetabilier tilsat.

Det skal dog undersøges i kommende forsøg, om det hurtigere pH-fald og medfølgende hurtigere vandtab får spegepølserne til at tørre for hurtigt, hvilket kan resultere i en tørrerand, som modvirker, at pølserne tørrer tilstrækkeligt i midten.



Figur 3. pH og kintal af mælkesyrebakterier (starterkultur og baggrundsflora) i spegepølser uden ekstra vegetabilier tilsat ("kød A" og "kød B"), eller hvor 30% af kødet er erstattet med vegetabilier.



Figur 4. Kintal af hhv. *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* og *E. coli* i spegepølser uden ekstra vegetabilier tilsat ("kød A" og "kød B"), eller hvor 30% af kødet er erstattet med vegetabilier.

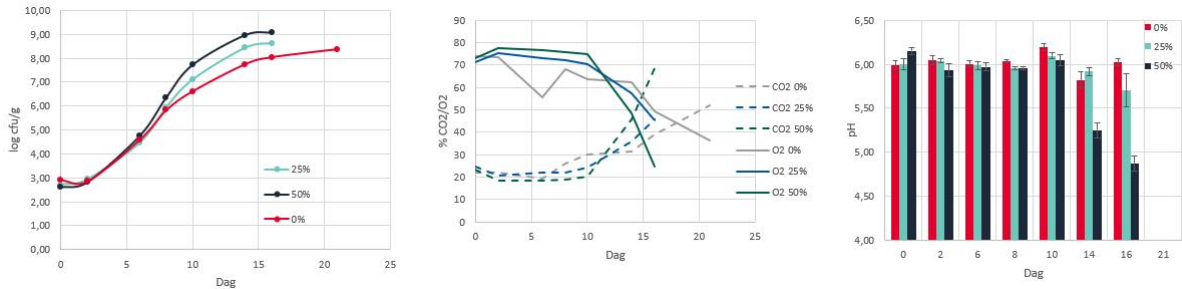
Holdbarhedsmodel for hakket kød (gris)

I indledende forsøg med MA-pakket hakket bov tilsat 0-50% vegetabilier (gulerod, rød peber og kikærter) og opbevaret ved 5°C blev der observeret hurtigere mikrobiel vækst (psykrotroft kintal) ved tilsætning af vegetabilier (figur 5). Tilsætning af 50% vegetabilier forkortede den sensoriske holdbarhed baseret på lugt med 16% i forhold til referencen med kun kød, mens tilsætning af 25% vegetabilier resulterede i forkortet holdbarhed med 6% (figur 6).

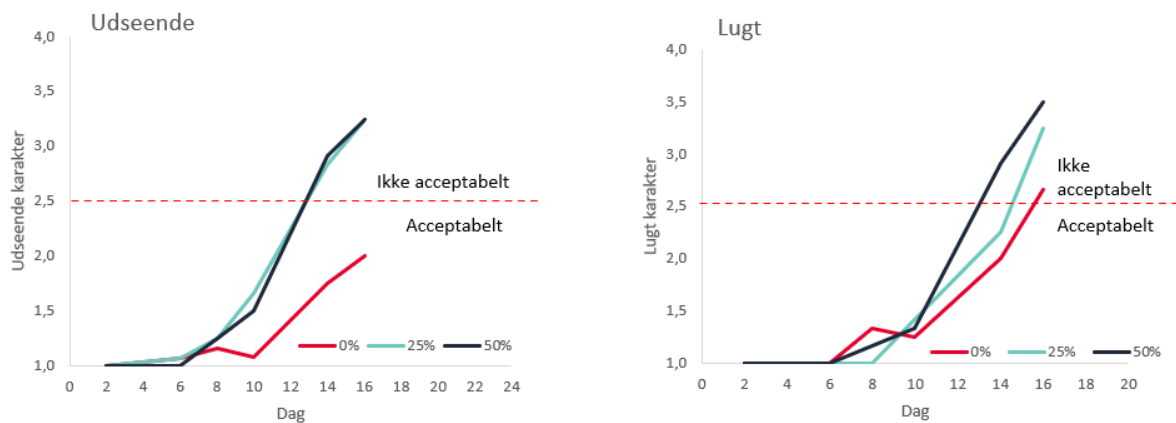
Holdbarhedsmodel for hakket kød



- Serie 1 ("0%"): kun kød (bov 1313)
- Serie 2 ("25%"): 75% kød (bov 1313) + 25% vegetabilier (gulerod, rød peber, kikærter i forholdet 2:1:2)
- Serie 3 ("50%"): 50% kød (bov 1313) + 50% vegetabilier (gulerod, rød peber, kikærter i forholdet 2:1:2)



Figur 5. Psykrotroft kimal, koncentration af hhv. CO₂ og O₂ samt pH i pakker med hakket bov tilsat 0-50% vegetabilier.



Kød tilsat vegetabilier blev gråt

25% vegetabilier: - 1 dag (6%)
50% vegetabilier: - 2,5 dag (16%)

Figur 6. Sensorisk score (udseende og lugt) af hakket bov tilsat 0-50% vegetabilier.