



Rapport

Slutrapport

22. december 2017
Proj.nr. 2004287-17
Version 1
MATN/MT

Semiforædlede produkter til foodservice SAF 26 WP2a

Mari Ann Tørngren

Baggrund

Projektet 'Semiforædlede produkter' har til hovedformål at skabe basis for at forøge forædlingsgraden og dermed værditilvæksten af kødbaserede produkter hos danske virksomheder. Projektet er opdelt i to WP'er målrettet henholdsvis eksportmarkedet for fersk kød (WP1) og foodservicemarkedet (WP2), hvor denne rapport dækker arbejdet udført i WP2.

Foodservicesektoren er et marked i vækst, og der omsættes for mere end 42 mia. kr. om året i Danmark, hvoraf kødet er den mest omkostningstunge komponent. Produktion af semiforædlede kødprodukter målrettet foodservice giver mulighed for central fremstilling af produkter, der kan distribueres som kølevarer til foodservicesektoren. Der mangler imidlertid specifik viden om væsentlige teknologiske forhold, hvis virksomhederne skal kunne levere kødprodukter til foodservice med tilstrækkelig høj kvalitet og fødevarer sikkerhed.

Formål

Udvikle metoder til at reducere kogetid og svind af semiforædlede kødprodukter samt at udvikle retningslinjer for optimal færdigtilberedning, som sikrer fødevarer sikkerhed og en god spiseoplevelse hos slutbrugeren.

Periode

Projektet er beskrevet i DMRI's SAF-ansøgning 2016 som WP2 under projektet 'Semiforædlede produkter'. *WP2. Semiforædlede produkter til foodservice.*

WP1: Start: 01/2015

Afslutning: 12/2016

WP2: Start: 01/2016

Afslutning: 12/2017

Samarbejdspartnere

Ved opstart af WP2 blev der etableret en følgegruppe med deltagelse af Danish Crown, Københavns Madservice al la carte, Catering engros (Kødgrossisten), Leco convenience food, Meyers kantiner, Tican Foods samt Landbrug & Fødevarer. Sidst i perioden har Fødevarerstyrelsen også været medlem af følgegruppen og dermed været orienteret omkring resultater og nye guidelines.

Indhold

Arbejdet har været opdelt i fire aktiviteter målrettet henholdsvis industriel produktion af semiforædlede kødprodukter og færdigtilberedning:

Optimeret industriel produktion

1. Risikovurdering i inhomogene produkter
2. Reduktion af kogetid vha. mørningsenzymer

Best practice for færdigtilberedning

3. Optimeret sprødhed af svær
4. Guidelines for sikker færdigtilberedning

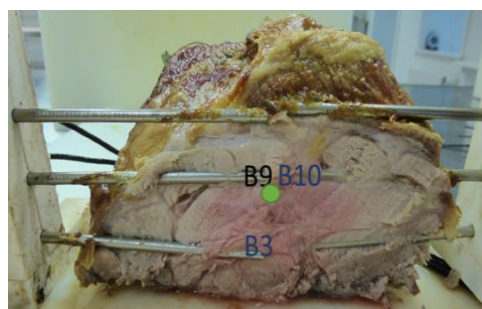
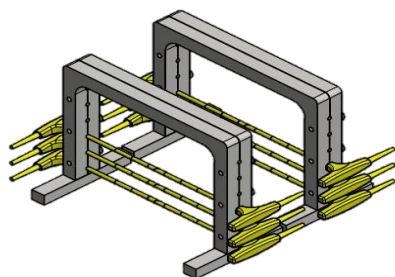
Aktivitet 1. Risikovurdering i inhomogene produkter

Motivation

Nuværende stegeanbefalinger tager udgangspunkt i, at kødet er homogent, men ben, fedt og svær vil påvirke opvarmningsprofilen og dermed placeringen af produktets koldeste sted, også kaldet det termiske centrum. Det er væsentligt at kende tids-/temperaturforholdet i det termiske centrum af kødet, hvis det korrekte varmedrab skal estimeres i forbindelse med dokumentation af fødevarer sikkerhed under varmebehandling.

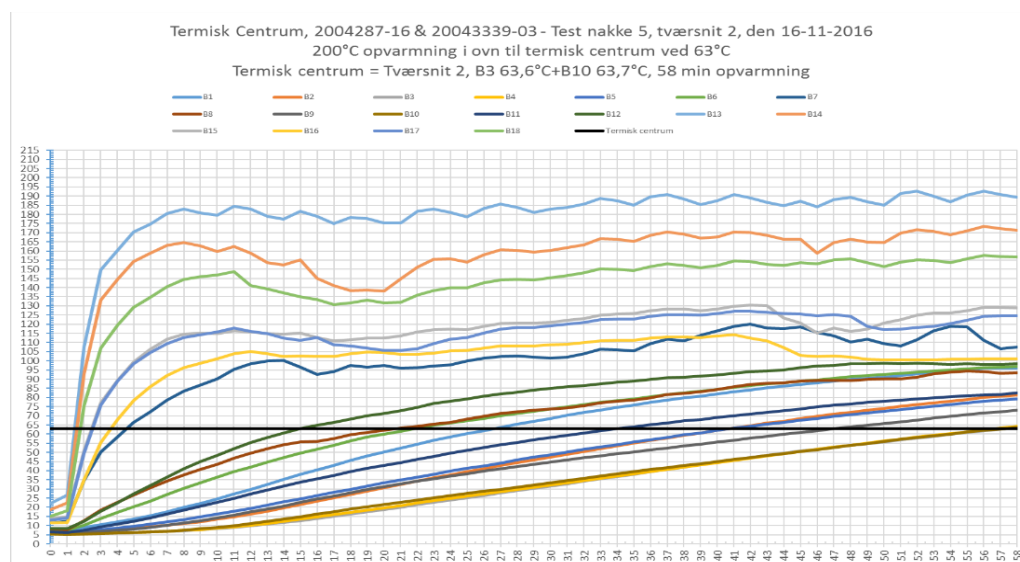
Indhold

Til identificering af termisk centrum er der udviklet et multipunktstemperaturmåleudstyr, der er opbygget af 12 følere med hver 3 målepunkter. Der kan derfor måles temperatur i op til 36 punkter ad gangen, enten i én skæreflade eller ved 18 målepunkter i to skæreflader. Udstyret måler temperatur i et gitter på 2x2 cm i produkter med en maksimal bredde på 14 cm og maksimal højde på 14 cm.



Der er identificeret termisk centrum i 3 typer inhomogene kødprodukter ved at måle temperaturudviklingen under opvarmning i 18 målepunkter per tværsnit. For at kende worst case i produkternes længderetning blev specificeret 4-6 tværsnit ned langs produktet med udgangspunkt fra nakkeenden. De 3 produkter var rullesteg af brystflæsk, nakkefilet og kam med svær og var udvalgt af brancherepræsentanter fra følgegruppen.

For hvert produkt blev der registreret temperaturprofiler under opvarmning til 62°C, og produktets koldeste punkt blev identificeret som placeringen af målepunktet, der sidst nåede target-temperaturen (figur 1). Efterfølgende blev der beregnet $F_{75^{\circ}\text{C}}$ -værdier for det koldeste punkt og det geometriske centrum, hvor centrumstemperaturen almindeligvis måles.



Figur 1. Temperaturprofil for multipunktsmåleudstyr til identificering af termisk centrum.

Produktets kritiske punkt, i længderetningen, blev udpeget som det tværsnit, hvor der var størst forskel mellem det termiske og geometriske centrum. Til udarbejdelse af anbefalinger blev beregnet, hvor længe holdetiden skal øges for at kompensere for at opnå en $F_{75^{\circ}\text{C}}$ -værdi på min. 0,2 minutter i termisk centrum.

Forsøgene viste, at geometrisk og termisk centrum ligger tæt på hinanden, og at worst case er en afstand på 1-2 cm, men at temperaturforskellen kan være 8-14°C ved tilberedning til temperaturer på 62°C eller derunder. Disse inhomogene produkter kræver derfor øget holdetid for at opnå en $F_{75^{\circ}\text{C}} = 0,2$ minutter i hele produktet svarende til 11-15 minutter ved 65°C og 76-81 minutter ved 58°C.

Af tabel 1 ses placeringen af det kritiske punkt samt den tillægstid, der skal bruges for at opnå sikker tilberedning af de inhomogene produkter. For at måle i produktets koldeste sted bør termometret placeres 12 cm fra nakkeende i både nakkefilet og rullesteg og 9 cm fra nakkeenden i kam med svær. Indstikstermometret skal placeres i centrum, men som følge af temperaturforskelle på 8-14°C mellem geometrisk og termisk centrum skal der anvendes en tillægstid på 8-13 minutter, afhængig af hvilket produkt der tilberedes.

Tabel 1. Identificering af termisk centrum i inhomogene produkter (n=3)

Produkt	# tvær-snit	Kritisk punkt	Forskel	Tillægstid til F _{75°C} , holde-tid
Rullesteg af brystflæsk	6	12 cm	14°C	13 min
Nakkefilet	4	12 cm	8°C	8 min
Kam med svær	6	9 cm	14°C	10 min

Tillægstid er særlig relevant for lavtemperaturlavberedte kødprodukter, da det i et andet projekt er vist, at der ikke er forskel i det termiske og geometriske centrum, når tilberedning af inhomogene produkter sker ved 72, 75 og 76°C i centrum.

Konklusion

Resultaterne gjorde det klart, at det er vigtigt at ramme centrum præcist ved temperaturmåling, da der kan være meget stor temperaturvariation på meget få cm ved lavtemperaturstegning ($\leq 62^\circ\text{C}$). Nye anbefalinger for 'Sikker tilberedning af grise- og oksekød – fersk kød, hakket kød og kød tilsat luge' er udarbejdet, så de også angiver en anbefalet holdetid ved 58°C i 72 min.

Anbefalinger for tilberedning af grise- og oksekød er baseret på, at *L. monocytogenes* inaktiveres med 99,99%. I nedenstående oversigt ses, hvilke mikroorganismer der inaktiveres, og hvilke der overlever.

Tabel 2. Oversigt over inaktivering af patogener efter varmebehandling ved forskellige temperaturer og holdetider (DMRI's anbefalinger)

Tid og temperatur	Listeria	C. botulinum (non prot)	C. perf ⁴ (veg)	Enterococcus faecium	Salmonella ²	E. coli ³	HE-virus ⁵	HA-virus	Norovirus
75°C	+	+/ $\div$ ¹	+	+	+	+	$\div$	?	?
70°C 1 min	+	+/ $\div$ ¹	+	$\div$	+	+	$\div$	?	?
65°C 6 min	+	+/ $\div$ ¹	+	$\div$	+	+	$\div$	?	?
63°C 12 min	+	+/ $\div$ ¹	+	$\div$	+	+	?	?	?
60°C 35 min	+	+/ $\div$ ¹	+	$\div$	+	+	$\div$	$\div$	$\div$
58°C 72 min	+	+/ $\div$ ¹	+	$\div$	+	+	?	?	?

¹ Vegetative/sporer

² D_{70°C} = 0,14 (Esselte et al., 2006)

³ D_{60°C} = 3,22 (Ahmed et al., 1995)

⁴ D_{70°C} = 0,38 (Esselte et al., 2006)

⁵ D_{70°C} = HEV overlever, men reduceres i antal FFU

Aktivitet 2. Reduktion af kogetid vha. mørningsenzymer

Motivation

Ved lavtemperaturtilberedning er det muligt at mørne kødet og dermed opgradere mindre møre udskæringer. Dette kræver dog en betydelig forøgelse af kogetiden. Det undersøges derfor, om anvendelse af 'naturlige' mørningsenzymer kan reducere kogetiden, og der udvikles en metode til styring af enzymaktiviteten, som sikrer, at produktet ikke overmørner.

Indhold

Litteraturstudie

I den seneste årrække er tilsætning af proteolytiske enzymer (proteaser) blevet undersøgt i relation til mørning af kød. Tilsætningen af proteolytiske enzymer bidrager til den naturlige enzymatiske nedbrydning, der sker i en muskel efter slagtning.

Proteolytiske enzymer udvundet fra planter eller mikroorganismer er blevet fundet relevante at undersøge i forhold til mørning af kød, idet de minder om de naturligt forekommende enzymer i kød. I bilag 1 ses en oversigt over mørningsenzymer og deres egenskaber samt inaktiveringstemperaturer.

Screening af enzymer

Med udgangspunkt i litteraturen blev der gennemført to forsøg til dokumentation af udvalgte proteolytiske enzymeres mørningseffekt.

I det første forsøg blev anvendt enzymer fra 2 forskellige mikroorganismer, *Bacillus subtilis* (Enzeco® Neutral Bacterial Protease 160B, Enzyme Development Corporation, USA) og *Aspergillus oryzae* (Enzeco® Fungal Protease 400, Enzyme Development Corporation, USA), på svinenakker. Enzymerne viste mørningspotentiale ved at øge mørheden af kødet, men påvirkede også andre sensoriske parametre negativt.

I det andet forsøg blev inddraget tre andre lovende enzymer med det formål at undersøge mørningspotentiale og enzymkoncentration samt dokumentere muligheden for reduktion af kogetid: Actinidin udvundet fra kiwi (Ingredient Resources Pty Ltd., AU), NS 14031 fra Aminopeptidase – protease aspartic (Novozymes, DK) og Bromelain udvundet fra ananas (Food-Pro® PBR DuPont, DK).

Actinidin fra kiwi øgede mørheden, med minimal påvirkning af smag og udseende, samtidig med en tendens til at kogetabet blev reduceret med 2-5%.

Tilsætningen af *Bacillus subtilis*, som 0,02% koncentration af lagen, og *Aspergillus oryzae*, som hhv. 0,02% og 0,04% af lagen, i svinenakker havde en kvalitetspåvirkning af produktet.

Produkter tilsat enzym viste et signifikant større vægtsvind ved SV-behandling sammenlignet med neutralmarinerede produkter. Der var endvidere en signifikant forskel på vægtsvind mellem produkter tilsat de to forskellige enzymer. *Aspergillus oryzae* gav det største vægtsvind.

Test af spisekvaliteten viste, at produkter tilsat enzymer gav en højere grad af mørhed sammenlignet med produkter, der ikke var tilsat enzymer. Dog var der ikke forskel på mørhedsgraden ved en fordobling af enzymkoncentrationen for *Aspergillus oryzae*. Produkter tilsat enzymer havde bismag af eksempelvis metal, lever og mel. Produkterne havde en negativ påvirkning af mundfølelsen, da kødet gav en klistret og melet fornemmelse i munden.

Reduktion af kogetid

På baggrund af screeningsforsøget blev der arbejdet videre med actinidin (Ingredient Resources Pty Ltd., AU) til reduktion af kogetid.

To enzymkoncentrationer, 0,02% og 0,08% i produktet efter saltning, blev testet op mod en kontrol. Der blev udført en sensorisk profil efter varmholdelse ved 80°C i 0, 4 og 8 timer.

Resultaterne fra den sensoriske bedømmelse fremgår af tabel 3. Farve, saftighed og svind var overordnet set sammenlignelige med kontrolprøven (8 timers holdetid) både efter 0, 4 og 8 timers holdetid. For optimal pullning kræves dog 8 timer. Mørhed kræver kun 4 timer, før den er på niveau med kontrollen. Anvendelsen af actinidin resulterede i en større variation i bismag. Der var ingen yderligere effekt af at anvende den højere koncentration på 0,08% sammenlignet med 0,02%.

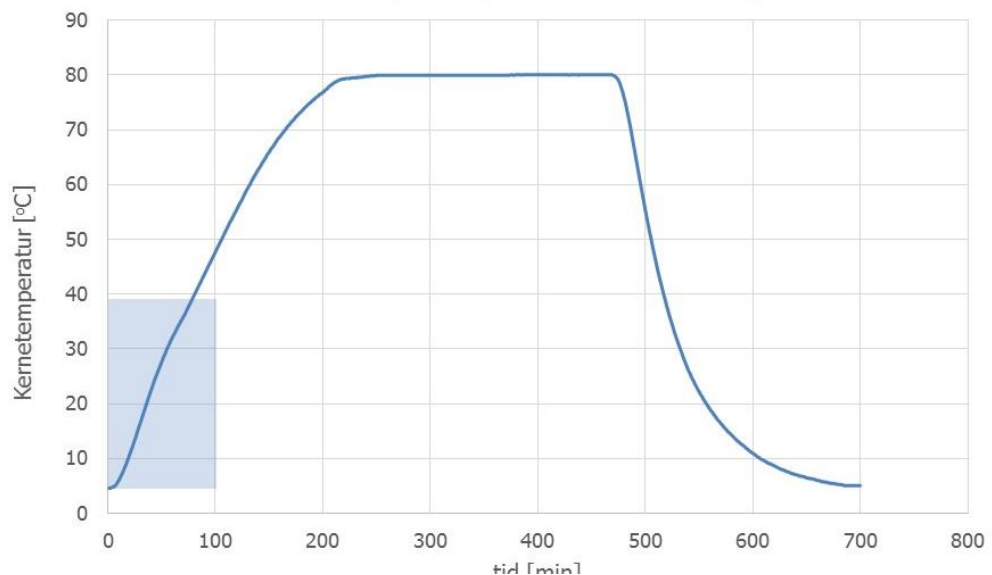
Tabel 3. Resultater fra sensorisk bedømmelse af actinidinbehandlede svinenakker. En grøn prik angiver ingen afvigelse eller positiv afvigelse fra kontrolprøven (8 timers holdetid uden tilsat actinidin), og en rød prik angiver negativ afvigelse fra kontrolprøven.

Holdetid	0 timer		4 timer		8 timer	
Marinade	Actinidin (0,02%)	Actinidin (0,08%)	Actinidin (0,02%)	Actinidin (0,08%)	Actinidin (0,02%)	Actinidin (0,08%)
Svind						
Farve						
Mørhed						
Saftighed						
Pullbarhed						
Bismag						

Styring af enzymaktivitet

Den valgte styringsparameter var temperatur, mens vandaktivitet og pH var fravalgt.

Actinidin er aktivt fra 2-40°C, som illustreret i figur 2. Der blev arbejdet med 0,08% actinidin i færdigvaren sammenlignet med en kontrol. Der kunne ikke dokumenteres en reduktion i 'kraft til overskæring' af prøver under efterfølgende lagring i 1½, 2½ og 6½ dage, og varmeinaktivering blev dermed anset som en effektiv metode til styring af enzymaktiviteten.



Figur 2. Temperaturprofil for sous vide-tilberedning af svinenakker. Det blå område angiver temperaturintervallet, hvori actinidin er aktivt.

Konklusion

Ved dokumentation af reduceret kogetid blev anvendt to koncentrationer af actinidin (0,02% og 0,08%) samt en kontrol (uden enzym, 80°C, 8 timer). Sensorisk bedømmelse viste, at svind, farve og saftighed var sammenlignelige med kontrolprøven både efter 0, 4 og 8 timers holdetid. For optimal pullning kræves dog 8 timer. Mørhed kræver kun 4 timer, før den er på niveau med kontrollen. Der var ingen yderligere effekt af at anvende 0,08% vs. 0,02%. Processen kunne evt. optimeres ved længere virketid for enzymerne inden sous vide-behandling.

Aktivitet 3. Optimeret sprødhed af svær

Motivation

Sværen skal være sprød og kødet saftigt for den perfekte flæskesteg. Det kan være vanskeligt at opnå begge kvalitetsparametre samtidig, især for vakuumpakket kød, hvor sværen ofte er mere vanskeligt at få sprød. Der mangler derfor viden om, hvilke forbehandlings- og stegemetoder der egner sig bedst til produktion af semiforædlede kødprodukter med svær. Derfor undersøges betydning af CO₂-mætning og tilberedningsmetode for sprødhed og udbytte af svinekød med svær.

Indhold

Tilberedningsmetoder

Der blev gennemført en række indledende stegeforsøg for at afklare, hvilke forbehandlinger der havde størst betydning for sprødhed af svær. Stegeforsøgene viste, at boblende svær kan opnås ved forbehandling med sous vide, mens myten omkring høj ovntemperatur ikke havde betydning. Der var en tendens til, at sværen blev sprød, når kogesvindet var højt.

Der blev efterfølgende gennemført to forsøg til dokumentation af pakkegas-sens og tilberedningsmetodens betydning for den sensoriske oplevelse af svær fra gris.

Betydning af sous vide og MAP

Forsøg fra 2015 med detailpakning af stegeflæsk viste, at MA-pakning i tregas MAP kunne øge sprødhed af svær og kød. Med udgangspunkt i denne undersøgelse blev der gennemført et tofaktor-forsøg til dokumentation af betydning af pakning (vakuum vs. MAP) og sous vide-tilberedning (med og uden) for spisekvalitet og svind.

Betydning af CO₂-mætning

Kuldioxid (CO₂) har i tidligere forsøg vist at påvirke stegesvindet af kød. Derfor blev betydningen af stigende CO₂-indhold i pakkegassen testet i relation til spisekvalitet og svind.

Konklusion

Flæskesteg sælges ofte vakuumpakket i detailbutikkerne. Denne undersøgelse viser, at sprødhed af sværen kan optimeres, hvis den i stedet pakkes i en modificeret atmosfære bestående af 50% O₂ og 50% CO₂. Efter 8-9 dages opbevaring i MAP bliver sværen mere sprød samt får en mindre gummiagtig konsistens, end hvis den har været vakuumpakket.

Den største effekt opnås ved at sous vide-tilberede en vakuumpakket svær ved 58°C i 6 timer, inden den færdigsteges i ovn ved 200°C. Derved bliver sværen både mere sprød og boblet samt mindre hård og gummiagtig, end hvis man ovnsteger en almindelig vakuumpakket svær.

Sværens sprødhed afhænger desuden af, hvor på kammen sværen er skåret fra. Anvendes svær op mod nakkeenden, vil den blive mere sprød, end hvis der anvendes svær ned mod hofteenden af kammen.

Der ses desuden en sammenhæng mellem stegesvind og sprødhed, idet et højt stegesvind giver mere sprød svær. Dette tyder på, at sprødheden kan påvirkes via vandbindingsevnen, hvilket bør undersøges yderligere i fremtidige forsøg.

Forsøg med CO₂-mætning af sous vide-behandlet svær, pakket i henholdsvis 0, 20, 40 og 80% CO₂ før ovn-stegning, kunne ikke understøtte hypotesen om, at CO₂ øger sprødhed, men forsøget med pakning i 50% O₂ og 50% CO₂ bekræfter hypotesen om, at en kombination af O₂ og CO₂ øger sprødhed, og at det ikke kan tilskrives CO₂'s påvirkning alene.

Aktivitet 4. Guidelines for sikker færdigtilberedning

Motivation

Der er varierende praksis for lagring og færdigtilberedning af semiforædlede produkter i foodservicesektoren. Selvom kødet er vakuumpakket og varmebehandlet, er det ikke sterilt, og forkert håndtering vil potentielt indebære en sundhedsrisiko. Ved podedeforsøg med sygdomsfremkaldende bakterier dokumenteres betydningen af tid og temperatur under opbevaring, ved gentagne genopvarmninger samt ved varmholdelse i varierende tidsintervaller før servering. På baggrund af resultaterne og eksisterende viden udarbejdes guidelines for sikker opbevaring, genopvarmning og varmholdelse af semiforædlede produkter.

Indhold

Lagringstemperatur og -tid

Der blev gennemført et lagringsforsøg med svinekam podet med *C. botulinum* (både sporer og vegetative celler) og *L. monocytogenes*, som efterfølgende blev varmebehandlet til 58°C i centrum og 72 min. holdetid. Efter varmebehandlingen blev prøverne lagret ved hhv. 2, 5 og 8°C i op til 3 mdr.

Det var i forsøget ikke muligt at dokumentere vækst ved 2 og 5°C som følge af autolysering, mens bombage af pakninger opbevaret ved 8°C indikerede vækst af *C. botulinum*. *L. monocytogenes* var inaktiveret efter varmebehandling ved 58°C i 72 minutter og var derfor ikke en begrænsende faktor for holdbarhed af semiforædlede produkter, som opbevares i den originale emballage.

Anbefalingerne til holdbarhed ved 2, 5 og 8°C baseres derfor på Food Standard Agency's (FSA) anbefalinger. Retningslinjer for holdbarhed af semiforædlet grisekød er fremadrettet 4 dage ved 8°C, 10 dage ved 5°C eller 90 dage ved 2°C.

Genopvarmning og varmholdelse

Risiko for vækst af *C. botulinum* og *L. monocytogenes* er vurderet efter genopvarmning og varmholdelse i 3 timer af podet svinefilet behandlet ved 50°C i 10 minutter (fejlagtig varmebehandling).

På baggrund af resultaterne kan det ikke anbefales at genopvarme mere end 1 gang efter tilberedning, da der blev registreret en stigning i antal sporer efter 2. genopvarmning. Stigning i antal sporer skyldes vækst af *C. botulinum* under lagring mellem først og anden genopvarmning (5°C) og langsom opvarmning. Det antages, at nølefasen elimineres efter første genopvarmning. Varmholdelse i op til 3 timer øger ikke risikoen for vækst af *C. botulinum*.

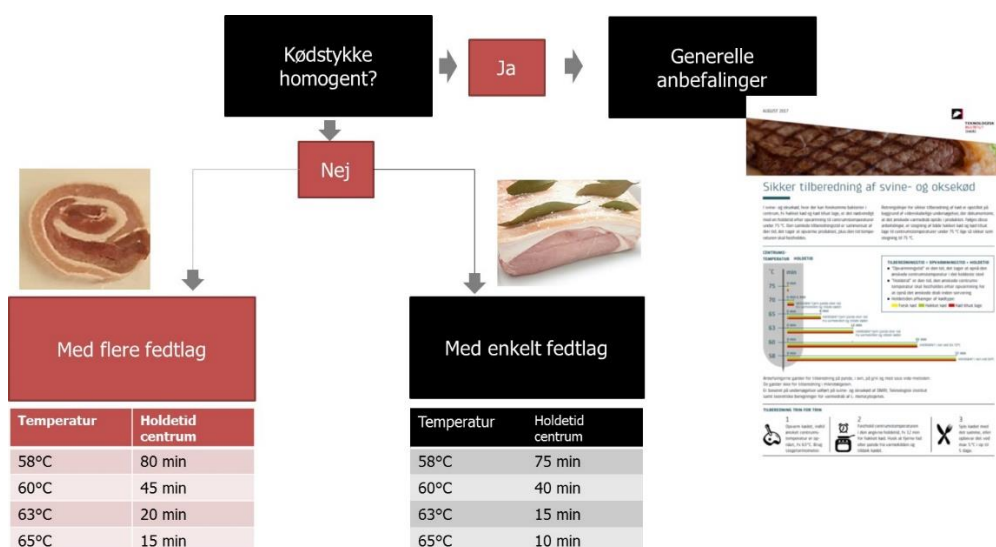
Hvis semiforædlede produkter varmebehandles ved 80°C, anbefaler FSA (2008) en holdetid på 129 minutter, som er ækvivalent til 10 minutter ved 90°C, som sikrer inaktivering af *C. botulinum*-sporer. *L. monocytogenes* inaktiveres efter første genopvarmning og er derfor ikke en risikofaktor ved genopvarmning.

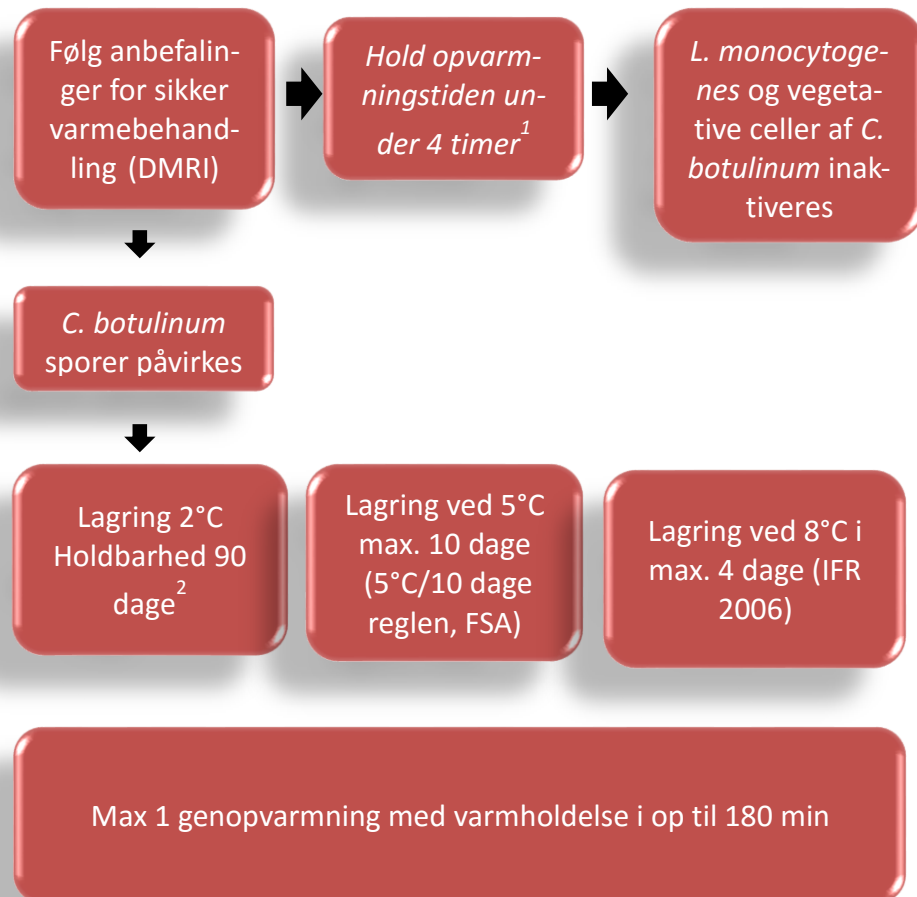
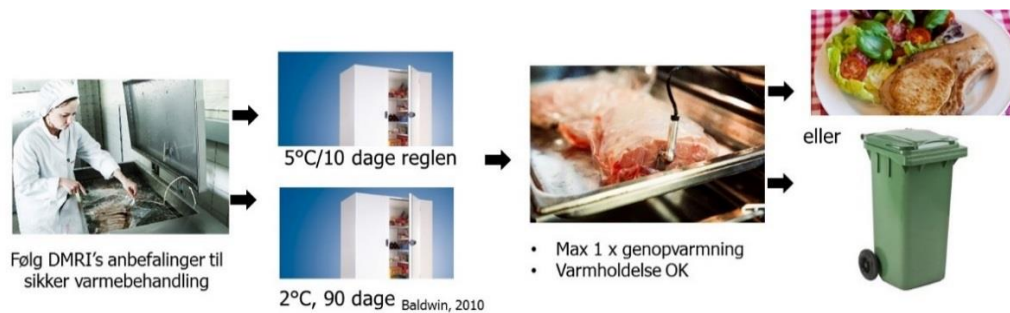
Konklusion

- *C. botulinum* kan opformerer under kølelagring (5°C i mere end 5 dage) og under langsom opvarmning i sous vide-behandlet svinefilet, som har været genopvarmet én gang.
- *C. botulinum* opformerer ikke under varmholdelse ved 58°C i 3 timer
- Lagring ved 8°C giver kraftig bombage, hvilket indikerer vækst af *C. botulinum*.
- Pga. forsøgstekniske problemer kan der ikke angives holdbarhedstider for opbevaring ved 2 og 5°C, men det anbefales at følge FSA's vejledninger:
 - Holdbarhed ved 2°C er ca. 90 dage
 - Holdbarhed ved 5°C er max. 10 dage
 - Holdbarhed ved 8°C er max. 4 dage
- *L. monocytogenes* overlever ikke varmebehandling ved 58°C i 72 minutter og er derfor ikke en risikofaktor for holdbarheden af semiforædlede produkter.
- *L. monocytogenes* er ingen risikofaktor i forbindelse med genopvarmning til 58°C efter en varmebehandling ved 58°C i 72 minutter.
- *L. monocytogenes* inaktiveres ikke ved varmebehandling ved 50°C i 10 min.

Ud fra ovenstående konklusioner er der udarbejdet følgende anbefalinger for tilberedning, genopvarmning og varmholdelse af semiforædlede produkter til foodservice:

- Semiforædlet kød må højst opbevares 10 dage på køl ved 5°C inden genopvarmning for at forhindre vækst af psykrotrofe *C. botulinum*. (5/10-reglen)
- Alternativt skal kødet opbevares ved 2°C
- Semiforædlet kød bør kun genopvarmes én gang
- Varmholdelse kompromitterer ikke fødevarerikkerheden





- 1) Anbefalinger fra NSW Food Authority, New Zealand. Sous Vide Food Safety precautions for restaurants (NSW/FA/CP058/1207). For at undgå vækst af *C. perfringens*.
- 2) Holdbarhed relateret til fødevarsikkerhed.

Rapporter og publikationer

TI rapporter og guidelines

Hofer, L.H. (2016). State of the art – mørningsenzymer. 3. marts 2016.

Olesen, I. (2016). Vurdering af mærkning af enzymer brugt til modning af kød. 30. marts 2016.

Hofer, L.H. & Darré M.T. (2016). Dosis-responsforsøg med proteolytiske enzymer. 28. juni 2016

Hofer, L.H. & Darré M.T. (2017). Reduktion af kogetid for pulled pork med enzymet actinidin. 27. september 2017.

Hofer L.H. & Darré M.T. (2017). Styling af actinidin ved sous vide-tilberedning. 27. september 2017.

Tørngren, M. A. & Darré M. T. (2017). Optimeret sous vide-tilberedning af svinekød. 22. november 2017

Tørngren, M. A. & Darré M. T. (2017). Betydning af MA-pakning og sous vide-tilberedning for sprødhed af flæskesvær. 22. december 2017

Gunvig A. M. & Darré M.T. (2017). Vurdering af varmebehandling i inhomogene produkter. 13. december 2017.

Gunvig, A.M. (2017). Safe cooking of pork and beef – fresh, minced and brine injected meat. August 2017

Gunvig, A.M. (2017). Sikker tilberedning af grise- og oksekød – fersk kød, hakket kød og kød tilsat lage. August 2017

TI web

TI's hjemmeside: <https://www.teknologisk.dk/projekter/semiforaedlede-produkter/37514?cms.query=semifor%E6dlede>.

Nyhedsbrev: Procesteknologisk overvågning nr. 34, september 2017.
"Sous vide – reduceret kogetid ved enzymteknologi". <https://www.teknologisk.dk/ny-procesteknologi-til-koed-og-koedprodukter/29589>

Sprød flæskesteg 2017: <https://infogram.com/hvilken-flaeskesvaer-er-bedst-1h0r6rvdv3jw2ek>

Studerende

Andreas Lange (2016). Værktøj til udbytteoptimering af sous vide-varmebehandling. Erhvervsakademiet SJ. 14. januar 2016

Regitze Petersen (2016). Mørning ved LTLT-behandling og enzymmarinering (ligger i TI Folders). Kødpraktikant, KU. 15. april 2016

*Konferencer
og seminarer
og kurser*

Internationalt seminar i samarbejde med L&F Muscle Based Food Network:
Sous vide MEAT – culinary meat through value-adding technology
26.04.2017.

Tørngren, M.A., Spanos, D., Baron, C.P., Christensen, M., and Hededal Hofer, L. (2016). Enhancing Crispiness of Pork Belly by Tri-gas MAP. 62nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), 14-19th August 2016, Bangkok, Thailand.

Interpack, formidling af DMRI sous vide-koncept og DMRI TestLab, Düsseldorf, 03.-07.04.2017

Pork Academy, 2017. Indlæg vedr. sous vide for 26 kommende virksomhedsledere fra Japan.

Gunvig A. & Tørngren, M.A. (2017). Effect of reheating and storage temperature on the growth of psychrotrophic *C. botulinum* spores in LTLT cooked meat. Ref no: EFFO2017_0276, 31th EFFoST 13-16 November 2017, Sitges, Spain.

Hofer, L. H. & Tørngren, M.A. (2017). How to reduce cooking time of sous vide cooked pulled pork with proteolytic enzymes. Ref. No: EFFO2017_0314, 31th EFFoST 13-16. november 2017, Sitges, Spain.

23.11.2017. Temadag: Fødevaresikkerhed, fra produkt til forbruger. På temadagen præsenteredes bl.a.: varmedrab af *Listeria*, fødevaresikkerhed i sous vide-produktion, dekontamination af slagtekroppe og udstyr, øget produktionstid med samme fødevaresikkerhed og holdbarhed samt de nyeste resultater vedrørende røg.

27.02.2018. Kurser: Sous vide – Lær den sikre vej til et godt produkt.

*Mundtlig for-
midling*

Porteføljegruppemøder: Møde 1: 05.04.16, møde 2: 21.09.16, møde 3: 29.08.17 og møde 4: 14.12.17

Følgegrupper: Møde 1: 09.03.16, møde 2: 06.09.16, møde 3: 16.08.17

L&F netværksmøde 04.05.2016

Gris på gaflen – og på julebordet, julearrangement hos IDA 05.12.2017

Tidsskrifter

Tørngren, M.A. og Hofer, L.H. (2016) Sous vide-behandling, hvordan reducer vi kogetiden, Fødevaremagasinet, september 2016.

Hofer, L.H. og Tørngren, M.A. (2017). Sous vide – Pulled pork på den halve tid! Fødevaremagasinet, september 2017.

Tørngren M. A. (2017). Mere økologisk kød i foodservice – få råd gennem optimeret tilberedning. Fødevaremagasinet, oktober 2017.

Presse

Overskrift	Kilde	Dato	Side
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	🌐 Avisen.dk	20-12-2017	1
Ny forskning: Flæsketeg sous vide vil give sprødere svær	🌐 Avisen.dk	20-12-2017	3
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	🌐 BT.dk	20-12-2017	5
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	🌐 BT.dk / Plus (Abonnementsområde)	20-12-2017	7
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	🌐 Folketidende.dk (Lolland-Falsters Folketidende)	20-12-2017	9
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	🌐 Jubii.dk	20-12-2017	11
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	🌐 Mx.dk (metroexpress)	20-12-2017	13
PRM / Ny forskning: Flæsketeg sous vide vil give sprødere svær	🌐 Newsbreak.dk	20-12-2017	15
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	🌐 Nordjyske.dk	20-12-2017	17
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	📰 Ritau Fokus	20-12-2017	19
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	📰 Ritau Bureau	20-12-2017	21
Ny forskning bag sprødere jule-svær	🌐 Fritidsmarkedet.dk	21-12-2017	23
Kødforskere: Steg julens flæsketeg i vandbad i timevis og spar tid og plads	🌐 Ing.dk (Ingeniøren)	21-12-2017	25
Ny forskning: Få de sprødeste flæskesvær med sous vide	🌐 Jyllands-posten.dk	21-12-2017	27
Ny forskning knækker koden til den sprødeste flæskesvær	📰 Metroxpress Aarhus/Vest	21-12-2017	29
Ny forskning knækker koden til den sprødeste flæskesvær	📰 Metroxpress København	21-12-2017	30

Eksterne referencer

- Ashie et al., (2002)* Ashie, I.N.A., Sørensen, T.L., Nielsen, P.M., (2002). Effect of Papain and a Microbial Enzyme on Meat Proteins and Beef Tenderness. *Journal of Food Science*, 67(6), 2138-2142.
- Baldwin (2012)* Baldwin, D.E., (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1, 15-30.
- Calkins & Sullivan (2007)* Calkins, C.R. & Sullivan, G., (2007). Adding Enzymes to Improve Beef Tenderness. www.beefresearch.org.
- Christensen et al. (2009)* Christensen, M., Tørngren, M.A., Gunvig, A., Rozlosnik, N., Lametsch, R., Karlsson, A.H. & Ertbjerg, P., (2009). Injection of marinade with actinidin increases tenderness of porcine M. biceps femoris and affects myofibrils and connective tissue. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 1607-1614

- Gerelt et al., (2000)* Gerelt, B., Ikeuchi, Y., and Suzuki, A. (2000). Meat Tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. *Meat Science* 56:311-318.
- Ha et al., (2012)* Ha, M., Bekhit, A., Carne, A., Hopkins, D. (2012). Characterisation of commercial papain, bromelain, actinidin and zingibain protease preparations and their activities toward meat proteins. *Meat Science* 134:95-105
- Ionescu et al., (2008)* Ionescu, A., Aprodu, I., Pascaru, G., (2008). Effect of papain and bromelin on muscle and collagen proteins in beef meat. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascile VI – Food Technology, New Series year II (XXXI)*.
- Kim et al., (2011)* Kim, J.-M., Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Choi, G.-H., Lee, J.-H., Paik, H.-D., and Kim, C.-J., (2011). Effect of Crude Proteases Extracted from *Bacillus polyfermenticus* on Tenderizing Pork Meat. *Korean Journal of Food Science of Animal Resources*
- Lee et al., (2010)* Lee, K.-A., Jung, S.-H., and Park, I., (2010). Applications of Proteolytic Enzymes from Kiwifruit on Quality Improvements of Meat Foods in Foodservice. *Korean Journal of Food Science of Animal Resources* 30(4):669-673.
- Rawdkuen and Benjakul (2012)* Rawdkuen, S., and Benjakul, S., (2012). Biochemical and microstructural characteristics of meat samples treated with different plant proteases. *African Journal of Biotechnology* 11(76):14088-14095.
- Rawdkuen et al. (2013)* Rawdkuen, S., Jaimakreu, M. & Benjakul, S., (2013). Physicochemical properties and tenderness of meat samples using proteolytic extract from *Calotropis procere* latex. *Food Chemistry*, 136, 909-916.
- Suriaatmaja (2013)* Suriaatmaje, D., (2013). Mechanism of Meat Tenderization by Long-Time Low-Temperature Heating. Graduate Faculty of North Carolina State University. Thesis.
- Tarté (2009)* Tarté, R., (2009). *Ingredients in Meat Products – Properties, Functionality and Applications*. Springer. ISBN: 978-0-387-71326-7. 173-198.
- Tørngren (2010)* Tørngren, M.A., (2010). Tenderizing Effect of Brine-Injected Proteolytic Enzymes on Aged and Non-Aged Beef Semimembranosus. ICOMST 2010.
- Zhao et al., (2012)* Zhao, G.-Y., Zhou, M.-Y., Zhao H.L., Chen, X.-L., Xie, B.-B., Zhang, X.-Y., He, H.-L., Zhou, B.-C., and Zhang, Y.-Z. (2012). Tenderization effect of cold-adapted collagenolytic protease MCP-01 on beef meat at low temperature and its mechanism. *Food Chemistry* 134:1738-1744.

Enzym	EC nr.	Klasse	Kilde	Mol vægt [kDa]	Temperatur [°C]			pH	Kommentarer	Godkendt	Kilde
					Optimum	Dena- ture- ring	Mini- mum				
Papain	3.4.22.2	Cysteine Protease	Papaya	23,4	65	70-90	5	5-7	Mest aktiv på myofibrillære proteiner. Meget ag- gressiv	Ja i USA	[1],[2],[3], [4]
Bromelain	3.4.22.32	Cysteine Protease	Ananas stilk/frugt	20- 33,2	50-75	70-80	0	5-9	Mest aktiv på kollagen proteiner. Mere aktiv på kol- lagen end papain.	Ja i USA	[1], [2],[3]
Ficin	3.4.22.3	Cysteine Protease	Figner	25-26	65	70	40	5-7	Mildere og mere kontrollerbare reaktioner. Samme reaktioner på myofibrillære proteiner	Ja i USA	[1],[2]
Actinidin	3.4.22.14	Cysteine Protease	Kiwi	23-26	58-62	60	2	5-7	Kollagen aktiv. Myofibrillær aktiv. Saftighed og smag påvirkes ikke.	Ja i New Zealand	[1],[5],[6]
Zingipain	3.4.22.67	Ingefærs rhizome protease	Ingefær		60	70			Mest aktiv på kollagen proteiner. Afgiver smag. Nedbryder kødets tekstur pga. bred substratspecifi- kation. Giver uønsket smag		[1],[7]
Protease fra <i>Aspergillus oryzae</i>	3.4.21.14, 3.4.23.6, 3.4.24.4	Alkaline, aspartic and neutral proteinase	<i>Aspergil- lus oryzae</i>		55-60	60-70	4	2,5- 7	God proteolytisk aktivitet imod både kollagen og elastin. Nedbryder hovedsageligt myofibrillære pro- teiner og kun lidt, hvis overhovedet nogen, ned- brydning af kollagen. Lagringstiden på køl inden varmebehandling har ikke betydning.	Ja i USA	[1],[2],[4], [7]
Protease fra <i>Bacillus sub- tilis</i>	3.4.21.62 3.4.24.28	Subtilisin og neutral proteinase	<i>Bacillus subtilis</i>		55-60	65	50	5-9	Minder om Ficin, lettere at kontrollere pga. lav de- natureringstemperatur, neutral proteinasen billi- gere at producere.	Ja i USA	[1], [2]
Protease fra <i>Calotropis procera</i>			Sodomo- nas æb- ler						Mørner svinekød, oksekød og kyllingekød. Forringer WHC med ca. 2%. Billigt alternativ til mörning af kød.		[8]
Protease fra <i>Bacillus poly- fermenticus</i>			Bacillus polyfer- menticus						Større kogesvind ved tilsætning af enzymer. Mørner ikke kun, men har mange andre positive ef- fekter.		[7]
Protease fra Kachri			Kachri						Nedbryder kødets struktur pga. bred substratspeci- fikation. Afgiver en uønsket smag		[7]

[1] Tarté, (2009); [2] Calkins & Sullivan, (2007); [3] Ionescu et al., (2008); [4] Ashie et al., (2002); [5] Ha et al., (2012); [6] Christensen et al., (2009) [7] Kim et al., (2011); [8] Rawdkuen et al., (2013)