



Rapport

Økologisk svinekød med høj spisekvalitet

Optimeret sous vide-tilberedning af økologisk svinekød

Kamsteg, kotelet og hamburgerryg (Forsøg 2)

10. juli 2014
Proj.nr. 2002284-14
Version 1
MATN/MTDE/AGG/MT

Mari Ann Tørngren, Mianne T. Darré og Annemarie Gunvig

Baggrund

Målsætningen for fødevareministeriets økologipolitik er, at alle offentlige køkkener som minimum skal have det økologiske sølvspisemærke senest i 2020. Sølvspisemærket svarer til, at 60-90% af det samlede råvareindkøb er økologisk. Prisen på økologisk svinekød sammenholdt med den varierende spisekvalitet betyder, at det er en udfordring at sikre, at svinekødet fortsat indgår som en vigtig del af måltiderne såvel offentligt som privat.

Med udgangspunkt i tidligere gennemførte undersøgelser skal dette projekt opnå mere viden om, hvilke faktorer der har mest betydning for spisekvaliteten af økologisk svinekød. Der gennemføres et demonstrationsforsøg, hvor den kvalitetsmæssige effekt af management, leveringsstrategi, detailpakning og tilberedning dokumenteres. Desuden udarbejdes anbefalinger for detailemballage af økologisk svinekød, ligesom forbehandling og tilberedning af økologisk svinekød optimeres mhp. produktion af semi-forædlede halvfabrikata til foodservice-sektoren. Best practice for produktion af økologisk svinekød med høj spisekvalitet opstilles på dette grundlag.

Denne rapport dokumenterer betydningen af forskellige LTLT-behandlinger på de tre økologiske foodserviceprodukter listet under forsøg 2 i tabel 1.

Tabel 1. Økologiske foodserviceprodukter testet i forsøg 1 og forsøg 2.

Forsøg 1	Forsøg 2
1. Svinefilet	5. Kamsteg med sprød svær
2. Krebinetter (hakket kød)	6. Fadkoteletter
3. Svineculotte (yderlår)	7. Hamburgerryg
4. Schnitzler (inderlår)	

Formål

Det overordnede formål for projektet er at udarbejde anbefalinger for emballering af økologisk svinekød samt optimere forbehandling og tilberedning af økologisk svinekød mhp. produktion af halvfabrikata til foodservice.

Delmål:

Dette forsøg skal afklare optimal LTLT-tilberedning af økologiske råvarer og danne grundlag for udarbejdelse af retningslinjer for processering af økologiske halvfabrikata.

Fremgangsmåde

Råvarer

Til forsøg med kamsteg, fadkoteletter (kam) og hamburgerryg blev anvendt kamme fra økologiske so-grise med en slagtevægt på 79-88 kg. Alle grisene var fra samme leverandør og blev slagtet på det samme slagteri på den samme slagtedag (23. januar 2014). På denne måde blev det sikret, at alle råvarer havde så ens oprindelse og håndtering som muligt (bilag 1).

Sous vide & LTLT

Sous vide er fransk og betyder 'under vakuum'. Det er den generelle betegnelse for tilberedning af levnedsmidler i vakuumposer ved temperaturer under 100°C. Betegnelsen LTLT står for 'lav temperatur i lang tid' og bruges om lav-temperatur sous vide-tilberedning, hvor der anvendes temperaturer i området 55-65°C.

I disse forsøg er anvendt LTLT-tilberedning ved enten 58° eller 63°C samt traditionel sous vide-tilberedning ved 75°C. Kødet er i alle forsøg vakuumpakket økologisk svinekød, tilberedt i DMRI's 40 kg Classic Gastro sous vide-kar. Der blev gennemført én batch per produkt per temperatur, hvilket betød, at kødet løbende blev taget op af karret, når den anførte procestid var gennemført. Nedkølingen af alle produkter blev derfor ikke udført i sous vide-karret, men i koldt vand inden kølelagring.

Tabel 2 viser forsøgsdesign for de tre produkter. De anvendte procestider og -temperaturer er fastlagt ud fra råvarekendskab og erfaring fra tidligere undersøgelser. Opvarmningstiderne er estimeret, mens de aktuelle opvarmningstider vil fremgå af de endelige retningslinjer.

Tabel 2. Forsøgsoversigt for sous vide-tilberedning af økologisk svinekam med svær, fadkoteletter og hamburgerryg.

	Kamsteg m. svær	Fadkoteletter	Hamburgerryg
	Citronsaft, salt	+/- Bruning	Saltning + røgning
SV-temperatur	58°C – 63° C	58°C	58°C – 63°C – 75°C
SV-holdetid	30, 60 og 90 min	30, 60 og 90 min	60, 90 og 120 min
Opvarmning	58°C_277-407 min	58°C_60 min	-
Behandlinger	6	6	9
Prøver, profil	18 (9 dommer)	18 (9 dommere)	27 (9 dommere)
Prøver, svind	30	30	45
Egenskaber	Stegt udseende Kødsmag Metalsmag Syrlig smag Mørhed Saftighed Smuldrende Sprød svær	Stegt udseende Kødsmag Metalsmag Mørhed Saftighed Smuldrende	Stegt udseende Sprækker Saftighed Mørhed Kødsmag Metalsmag Salt smag Bismag Smuldrende

Analyser

Sensorik

På alle produkter blev udført en sensorisk turboprofil, dvs. en profilanalyse med et meget simpelt ordsæt bestående af op til 6-9 egenskaber, primært relateret til tekstur. Bedømmelsen blev udført af 8-9 utrænede dommere, og egenskaberne blev vurderet ved brug af en ustruktureret linjeskala fra 1-15, hvor 1 = 'lidt' og 15 = 'meget'. For ikke at køre dommerne trætte blev der kun bedømt et produkt per dag/session med maks. 21 prøver.

Inden bedømmelse blev prøverne opvarmet som beskrevet i tabel 2. Prøverne blev opvarmet i 2-3 batch, så de blev klar i overensstemmelse med serveringstiden. Inden selve bedømmelsen blev der serveret to opvarmningsprøver, der repræsenterede de forventede yderpunkter. Efter en fælles diskussion fik dommerne serveret resten af prøverne, der blev bedømt på de i tabel 2 listede egenskaber.

Svind %

Til beregning af udbytte og merværdi blev kødet vejet som råvare, som halvfabrikata og som færdigvare. Efterfølgende blev der beregnet sous vide-kogesvind, totalsvind og i enkelte tilfælde bruningsvind.

Sous vide-svind på alle produkter.

Kødet blev vejet:

- Før SV-behandling
- Efter SV-behandling

Total SV-svind (tilberedning+opvarmning) på kamsteg og koteletter.

Kødet blev vejjet:

- Før SV-behandling
- Efter SV-behandling + opvarmning

Bruningssvind på koteletter

Kødet blev vejjet:

- Efter SV-behandling + opvarmning
- Efter brunning

Resultater

Resultaterne for nærværende forsøg er i de følgende afsnit opgjort per produkt og indeholder beregnet varmedrab af sygdomsfremkaldende bakterier, beregnet svind samt spisekvalitet ved de forskellige behandlinger. Efterfølgende er udarbejdet retningslinjer for hvert enkelt produkt, der angiver DMRI's anbefalinger for procestid og -temperatur for optimal fødevarer sikkerhed, kvalitet og udbytte.

Fødevarer sikkerhed

Forekomst og frekvens af sygdomsfremkaldende bakterier i hele stege af okse- og svinekød er generelt lave. Bakteriefloren forefindes normalt på overfladen, hvor varmepåvirkningen er størst, og sandsynlighed for overlevelse efter sous vide-behandling er lav. I hakket kød, mekanisk mørnet kød og kød tilsat lage (multistik-sprøjtning) vil der være forekomst af bakterier i centrum af kødet og dermed også risiko for forekomst af sygdomsfremkaldende bakterier. Ved sous vide-behandling skal varmebehandlingen sikre, at evt. sygdomsfremkaldende bakterier i centrum elimineres i forbindelse med varmebehandlingen. Ved temperaturer under 75°C vil det i visse tilfælde være nødvendigt at fastholde den ønskede temperatur i en given periode (herefter 'holdetid') for at opnå tilstrækkelig sikkerhed.

Sikkerhedsvurderinger

Til beregning af den specifikke holdetid anvendes tid/temperaturprofiler for et specificeret produkt (bilag 2). Oftest programmeres sous vide-karet ved at indtaste en ønsket centrumstemperatur og en holdetid. Det vil derfor også være holdetid, der angives i efterfølgende retningslinjer. Af tabel 3 er vist specifikke holdetider for de tre produkter, og dermed den tid der er nødvendigt for at sikre et drab på 4 log af *Listeria monocytogenes*. Til beregning af disse varmedrab er anvendt en $D_{60^{\circ}\text{C}} = 8,7 \text{ min}$, $z = 6,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Doyle 2001).

Hvor:

- D-værdi er den tid, det tager for at opnå en decimering (fx reduktion fra 1000 til 100 bakterier)
- z-værdi er det antal grader, temperaturen skal hæves eller sænkes med for at øge eller minimere D-værdien med en faktor 10 (fx fra 8,7 min til 87 min)

Da udskæringer kan variere i fedtlag og tykkelse, anbefales det at anvende de generelle holdetider for sikker varmebehandling (tabel 3). Anvendes de generelle retningslinjer, øges procestiden, idet drabet under opvarmning ikke er medregnet i

disse værdier. Til gængæld kan de generelle holdetider anvendes på alle produkter, uanset om det er okse- eller svinekød, og uanset om kødet er hakket og/eller saltet.

Table 3. Reduktion af *Listeria monocytogenes* under sous vide-tilberedning af økologisk svinekød. Til beregning af varmedrab er anvendt $D_{60^{\circ}\text{C}} = 8,7$ min, $z = 6,3$ °C (Doyle 2001).

Sikkerhedsbe-
regninger

	Temperatur T_c	Tid til T_c (aflæst)	Beregnet re- duktion ved T_c	Specifik hol- detid til 4 log	Generel holdetid min. 4 log
Kamsteg med svær	58°C	277 min (4h 37min)	3,0 log	17 min	72 min
	63°C	244 min (4h 04min)	21,2 log	0 min	12 min
Fadkoteletter	58°C	36 min	0,4 log	64 min	72 min
Hamburgerryg	58°C	164 min (2h 45 min)	2,0 log	26 min	72 min
	63°C	189 min (3h 09 min)	11,6 log	0 min	12 min
	75°C	199 min (3h 19 min)	921 log	0 min	9 sek

Produkt 5. Svinekam med svær

Formål

At optimere saftighed og mørhed af økologisk LTLT-tilberedt kamsteg med sprød svær til foodservice.

Det er tidligere vist, at kogesvindet kan halveres, når svinekød sous vide-tilberedes ved 58°C i stedet for 75°C. Det er desuden muligt at styre mørheden ved at tilpasse holdetiden til det enkelte produkt, hvorved kollagen opløses, og proteolytiske processer nedbryder strukturen i kødet. Forsøg med LTLT-tilberedning af svinefilet i forsøg 1 viste, at den sensoriske kvalitet ikke påvirkes, når holdetiden øges fra 15-105 minutter. Denne viden tages med i nærværende forsøg med LTLT-kamsteg med svær som halvfabrikata, hvor kødet skal være saftigt, samtidig med at sværen bliver sprød, efter at kødet har været LTLT-behandlet, kølet, lagret, opvarmet og til sidst ovnstegt inden servering.

For at finde frem til den optimale LTLT-tilberedning blev halve økologiske kamstykker med ridset svær LTLT-tilberedt ved enten 58°C eller 63°C i henholdsvis 30, 60 og 90 minutter. Efter tilberedning blev kødet kølet i koldt vand og lagret ved 2°C. På analysedagen blev alle kamme, uanset tilberedning, opvarmet fra 2°C til 58°C i 277-407 minutter, hvorefter vakuumposen blev brudt.

For at øge chancerne for sprød svær på slutproduktet blev sværen smurt med citronsaft inden varmebehandling. Efter opvarmning blev sværen igen smurt med saften fra en halv citron og saltet med ca. 10 gram fint salt, hvorefter stegen blev ovnstegt ved 250°C i ca. 20 minutter. Hver steg blev herefter skåret i 10 mm tykke skiver og serveret med én flæskesvær på forvarmede tallerkener.



Sværen smøres med citronsaft inden LTLT.



Sværen smøres med saft fra ½ citron og saltet med 10 gram fint salt.



Stegen steges ved hård varme, til sværen er sprød (250°C i 20 minutter).

Varmedrab af *L. monocytogenes*

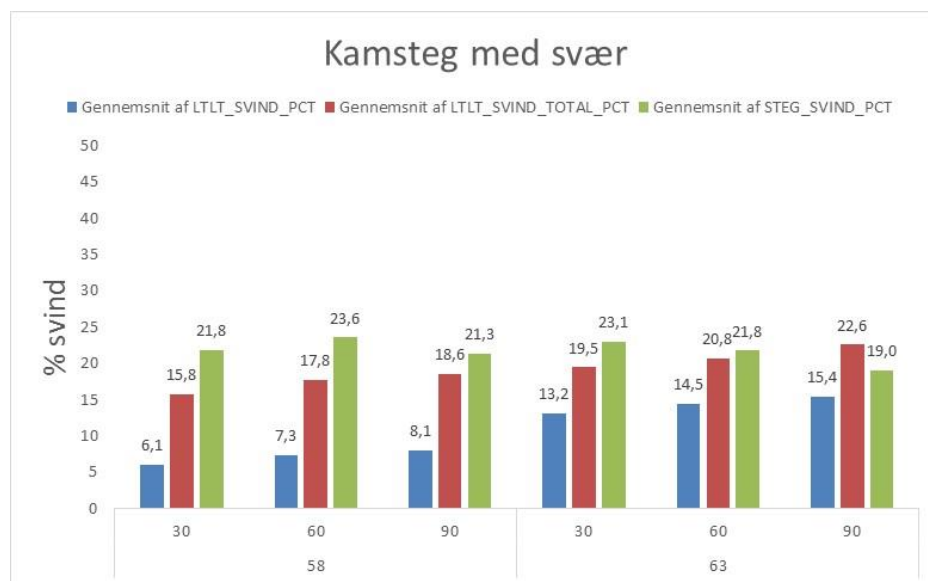
For at opvarme kamsteg med svær fra 5°C til 58°C kræves en opvarmningstid på 277 minutter (tabel 3). Under opvarmningen sker et varmedrab på 3,0 log af *L. monocytogenes*, men da der kræves 4 log reduktion, før produktet betragtes som sikkert, skal der tilføjes en holdetid på 17 minutter. Opvarmes i stedet til en centrumstemperatur på 63°C, kræves en opvarmningstid på 244 minutter (tabel 3). Under opvarmningen sker et varmedrab på 21,2 log af *L. monocytogenes*, og der er derfor ikke krav om yderligere holdetid, for at produktet er sikkert ved 63°C.

I tilfælde hvor opvarmningsforløbet eller råvaren afviger fra disse forhold, bør udarbejdes nye sikkerhedsvurderinger. Alternativt anbefales det at anvende de generelle retningslinjer, hvor hele bakteriedrabet sker i holdetiden. Ved de generelle retningslinjer sikres mindst 4 logs reduktion af *L. monocytogenes* ved at fastholde kerntemperaturen 58°C i mindst 72 minutter eller 63°C i 12 minutter.

Svind %

Kogesvind under LTLT-tilberedning af kamsteg med svær er vist i figur 1 og er på mellem 6,1% og 15,4% afhængig af procestemperatur og tilberedningstid. For at minimere kogesvindet bør kødet tilberedes ved 58°C frem for 63°C, da svindet reduceres med ca. 7% ved at sænke temperaturen 5°C.

Ved den efterfølgende opvarmning i forbindelse med færdigtilberedningen er totalsvindet på mellem 15,8 og 18,6% efter LTLT-tilberedning ved 58°C og på mellem 19,5 og 22,6% efter LTLT-tilberedning ved 63°C. Derved reduceres totalsvindet 3-4% efter opvarmning, hvis LTLT-tilberedningen er gennemført ved 58°C. For at gøre sværen sprød ovensteges kamstegen ved 250°C i 20 minutter. Denne ovenstegning medfører et yderligere svind på 19,0-23,6%, inden kødet er klar til servering.



Figur 1. Svind ved LTLT-tilberedning af kamsteg med svær ved henholdsvis 58°C og 63°C (blå) samt totalsvind efter LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning ved 58°C i 277-407 min (rød) og svind ved kraftig ovenstegning inden servering (grøn).

Spisekvalitet

Den sensoriske bedømmelse blev udført af utrænede dommere med 3 gentagelser per behandling. Kødet blev bedømt efter LTLT-tilberedning, lagring, opvarmning og ovenstegning. Af tabel 4 ses LSMEANS for de sensoriske egenskaber samt signifikansniveauet (p) for variationen i data. Både temperatur og holdetid påvirker spisekvaliteten af kamsteg, hvor temperaturen påvirker udseende, saftighed og smag, mens holdetiden påvirker udseende, tekstur og smag.

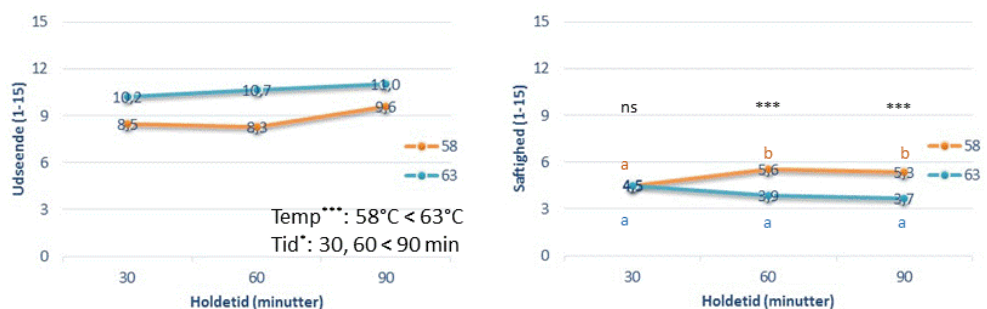
Tabel 4. Intensitet af sensoriske egenskaber for kamsteg med svær afhængig af temperatur og holdetid, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

	58°C			63°C			p Tid	p Temp.	p T*T
	30 m	60 m	90 m	30 m	60 m	90 m			
Udseende	8,5	8,3	9,6	10,2	10,7	11,0	0,0431	<0,0001	0,5034
Mørhed	11,1	9,8	10,7	10,9	8,9	10,8	0,0012	0,3735	0,6241
Saftighed	4,5	5,6	5,3	4,5	3,9	3,7	0,7392	<0,0001	0,0158
Sprød svær	8,1	9,4	7,2	9,7	8,2	9,1	0,4789	0,1726	0,0567
Smuldrende	8,7	6,6	8,1	9,3	7,8	9,1	0,0014	0,0285	0,8029
Kødsmag	6,2	5,6	6,1	6,2	6,4	5,9	0,7543	0,5093	0,2810
Metalsmag	3,7	4,2	4,3	4,0	3,2	3,1	0,8719	0,0160	0,0426
Syrlig smag	5,5	5,5	5,4	6,0	4,5	4,7	0,0119	0,0571	0,0128

Mørhed er en af de egenskaber, der ønskes optimeret for det økologiske svinekød og vil kunne påvirkes af holdetiden. Af tabel 4 ses, at mørhedsniveauet er oppe på 9-11 på skalaen, hvilket i alle tilfælde må betegnes som mør. Der er dog ingen begrundelse for at øge holdetiden, da 30 minutters holdetid giver et lige så mør resultat som 90 minutter, mens 60 minutter tilsyneladende giver en lidt mindre mør steg. En del af denne variation kan dog skyldes dyr-til-dyr-variation.

Det er vigtigt, at kødet er saftigt, samtidig med at sværen er sprød. For at optimere saftighed bør LTLT-tilberedningen gennemføres ved 58°C. Saftigheden bevares eller øges en smule, når holdetiden øges. For at optimere denne egenskab endnu mere kunne opvarmningen inden ovnstegning optimeres yderligere, da produktet ikke behøver at være gennemvarmt før ovnstegning. Uanset hvilken LTLT-tilberedning der anvendes, er sværen sprød for alle stege, hvilket derfor ikke kan optimeres gennem tilberedningen.

Udseende af kamstege påvirkes af både temperatur og holdetid (figur 2), hvor LTLT-tilberedning til 63°C giver et mere gennemstegt udseende end tilberedning til 58°C (se foto bilag 3). Holdetiden påvirker også farven, idet holdetiden på 90 minutter giver et mere gennemstegt udseende end ved 30 og 60 minutter. Ønskes et rosa skær, bør kødet derfor tilberedes ved 58°C i kortest mulig tid.



Figur 2. Intensitet af gennemstegt udseende og saftighed for kamsteg med svær afhængig af temperatur og holdetid, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

Smagen af kødet påvirkes af både temperatur og holdetid, hvor syrlig smag og metalsmag kan reduceres ved at stege kødet ved 63°C, når der anvendes holdetider på 60-90 minutter.

Konklusion

Ved produktion af økologiske kamstege med svær som LTLT-halvfabrikata bør kødet tilberedes ved 58°C med en holdetid på minimum 17 minutter for at opnå et varmedrab på 4 log af *L. monocytogenes*, eller ved 63°C uden yderligere holdetid.

For at optimere kogesvind og udseende skal tilberedningstemperaturen være 58°C i så kort holdetid som muligt, mens saftigheden ikke påvirkes af holdetidens varighed. Desuden er kødet mørt, uanset hvilken temperatur kødet tilberedes ved.

Ved LTLT-tilberedning af økologiske kamstege anbefales derfor kortvarig varmebehandling ved 58°C. Derved opnås bedst mulig kvalitet og det største udbytte. Optimal holdetid for kamstege tilberedt ved 58°C er 30 minutter.

	Temperatur (Tc)	Opvarmning (tid til Tc)	Holdetid Minimum	Holdetid Anbefalet
Proces	58°C	277 min (4h 37 min)	Specifik: 17 min Generel: 72 min	30 min
Værdi	6 % svind	Kamstegen bliver mør ved både 58°C og 63°C, men bliver mere saftig, hvis LTLT-tilberedningen sker ved 58°C. Saftigheden bevares, selvom holdetiden øges, men det anbefales at anvende så kort holdetid som muligt for at optimere udbytte og ressourceforbrug.		

Produkt 6. Økologiske fadkoteletter

Formål

At optimere saftighed og mørhed af økologiske LTLT-tilberedte kamkoteletter til foodservice.

Det er tidligere vist, at svind og spisekvalitet af LTLT-tilberedt kam optimeres, når den tilberedes ved 58°C i stedet for 75°C. Det er desuden muligt at styre mørheden ved at tilpasse holdetiden til det enkelte produkt. Det er imidlertid uvist, hvilken tilberedningstid der er den optimale ved produktion af fadkoteletter som LTLT-halvfabrikata, hvor kødet efterfølgende skal køles, lagres, opvarmes og brunes inden servering.

For at finde frem til den optimale LTLT-tilberedning blev kamme fra økologiske grise skåret til koteletter på 1,5 cm tykkelse. For at give koteletterne en stegeskorpe, blev koteletter fra den ene side af grisen for-brunet ved 250°C i 30 sek. på hver siden, inden LTLT-tilberedning, mens koteletter fra den anden side af grisen blev brunet efter LTLT-tilberedning. Både rå og for-brunede koteletter blev LTLT-tilberedt ved 58°C i henholdsvis 30, 60 og 90 minutter. Efter tilberedning blev kødet kølet i koldt vand og lagret ved 2°C. På analysedagen blev koteletterne opvarmet fra 2°C til 58°C i minimum 38 minutter, hvorefter vakuumposen blev brudt. De koteletter, der ikke var for-brunet, blev brunet ved 250°C i 30 sekunder på hver side, hvorefter koteletterne blev serveret på forvarmede tallerkener.



Forbruning i 30 sekunder på hver side.



Udeseende efter brunning, LTLT og opvarmning



Servering af prøve på forvarmet tallerken med 3-cifret kode.

Varmedrab af *L. monocytogenes*

For at opvarme fadkoteletter fra 5°C til 58°C kræves en opvarmningstid på 36 minutter (tabel 3). Under opvarmningen sker et varmedrab på 0,4 log af *L. monocytogenes*, men da der kræves 4 log reduktion, før produktet betragtes som sikkert, skal der tilføjes en holdetid på 64 minutter.

I tilfælde hvor opvarmningsforløbet eller råvaren afviger fra disse forhold, bør der udarbejdes nye sikkerhedsvurderinger. Alternativt anbefales det at anvende de generelle retningslinjer, hvor hele bakterieredrabet sker i holdetiden. Ved de generelle retningslinjer sikres mindst 4 logs reduktion af *L. monocytogenes* ved at fastholde kerntemperaturen 58°C i mindst 72 minutter.

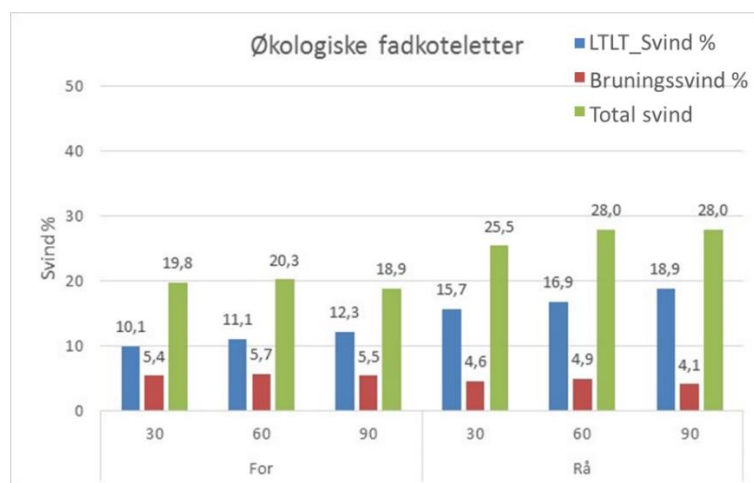
Svind %

Kogesvind under LTLT-tilberedning af fadkoteletter vist i figur 3 og er på mellem 10,1% og 12,3% for for-brunede koteletter, mens LTLT-svind er på 15,7-18,9%, når koteletterne LTLT-tilberedes uden stegeskorpe. For at minimere svindet under

LTLT-tilberedning bør koteletterne derfor for-brunes, da dette vil reducere svindet med ca. 5% under LTLT-tilberedningen. Til gengæld skal stegesvindet under brunning på ca. 5,5% lægges til det samlede svind, da dette vil gå fra produktet inden videre distribution.

Totalsvindet i sous vide-posen (opvarmning og LTLT-tilberedning) i forbindelse med færdigtilberedning påvirkes også af, om koteletterne er for-brunet, hvor der for for-brunede koteletter er et svind på 18,9-20,3% og for ikke-brunede koteletter er et svind på mellem 25,5 og 28,0%. Dertil kommer et yderligere stegesvind i forbindelse med brunning inden tilberedning på 4,1-5,7%.

Det samlede svind ved distribution af LTLT-koteletter vil derfor være på ca. 20%, uanset om bruningen udføres hos virksomheden, eller de tilberedes uden stegeskorpe.



Figur 3. Svind ved LTLT-tilberedning af fadkoteletter, tilberedt ved 58°C i 30, 60 og 90 minutter, samt totalsvind ved LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning (58°C i 38 min).

Spisekvalitet

Den sensoriske bedømmelse blev udført af utrænede dommere på 3 gentagelser per behandling. Kødet blev bedømt efter LTLT-tilberedning, lagring, opvarmning og brunning. Af tabel 5 ses LSMEANS for de sensoriske egenskaber samt signifikansniveauet (p) for variationen i data. Det ses, at brunning påvirker stegt udseende, saftighed, mørhed og smag, mens holdetiden under LTLT-tilberedning ved 58°C kun påvirker mørhed.

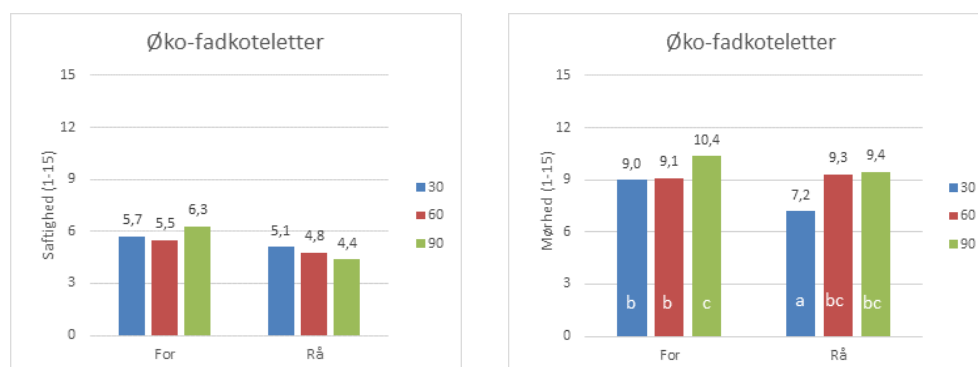
Tabel 5. Intensitet af sensoriske egenskaber for fadkoteletter afhængig af tidspunkt for brunning (før/efter LTLT) og holdetid (30-90 minutter), bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

	Bruning			Uden bruning			p Tid	p Brun	p T*B
	30	60	90	30	60	90			
Udseende	7,3	7,2	6,7	7,8	9,0	8,3	0,3235	0,0093	0,2954
Saftighed	5,7	5,5	6,3	5,1	4,8	4,4	0,6864	0,0041	0,1021
Mørhed	9,0	9,1	10,4	7,2	9,3	9,4	0,0003	0,0490	0,0740
Smuldrende	6,5	6,4	6,4	5,4	7,2	7,3	0,1153	0,5799	0,0651
Kødsmag	4,9	5,7	5,4	6,5	6,4	6,4	0,4190	0,0231	0,2849

Udseende påvirkes af bruning, mens holdetid ikke har betydning. Ved at for-brune koteletterne bliver kødet mindre gennemstegt, end hvis kødet brunes umiddelbart inden servering. Dette kan hænge sammen med, at stegeprocessen er lettere at styre på det rå kød sammenlignet med LTLT-tilberedt kød med ujævn overflade. Udseende af LTLT-tilberedte koteletter for samtlige behandlinger er vist i bilag 4.

Saftighed afhænger af, hvornår koteletterne brunes, mens mørhed påvirkes af både bruning og af holdetid. For-brunes koteletterne, bliver de mere saftige og mere møre, end hvis de brunes efter LTLT-tilberedning (figur 4).

Mørheden af for-brunede koteletter optimeres ved at øge holdetiden fra 60 til 90 minutter, mens mørheden for koteletter, der brunes efter LTLT-tilberedning, optimeres ved at øge holdetiden fra 30 til 60 minutter (figur 4 th).



Figur 4. Intensitet af sensoriske egenskaber for fadkoteletter afhængig af tidspunkt for bruning (før/efter LTLT) og holdetid (30-90 minutter), bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

En af ulemperne ved at for-brune kødet er, at der kan dannes 'genopvarmet smag' eller, som det også kaldes, 'warmed over flavour' (WOF) under LTLT-tilberedning, idet bruningen sætter oxidationsprocesser i gang. Det er sandsynligvis også derfor, der er mere kødsmag i de koteletter, der brunes efter LTLT-tilberedning (tabel 5). Denne teori bekræftes af, at dommerne noterede tilstedeværelsen af 'bismag' seks gange så ofte ved bedømmelse af for-brunede koteletter som ved bedømmelse af koteletter brunet efter LTLT-tilberedning.

Konklusion

Ved produktion af økologiske fadkoteletter som LTLT-halvfabrikata skal kødet tilberedes ved 58°C i minimum 64 minutter for at opnå et varmedrab på 4 log af *L. monocytogenes*.

For at minimere kogesvind under LTLT-tilberedningen, bør koteletterne for-brunes og LTLT-behandles i så kort tid som muligt, da dette reducerer svindet i forhold til bruning efter opvarmning. Det samlede svind for koteletter som halvfabrikata vil dog være nogenlunde ens for de to produkter, idet bruningssvindet skal lægges oveni for at få det samlede svind på distributionstidspunktet.

Bruning har derfor stor betydning for kvaliteten, idet for-brunede koteletter er mere saftige, mere møre og har et mindre gennemstegt udseende ved servering. Tilberedes koteletterne i 60 minutter eller derover, vil mørheden dog være ens for de to produkter. Ulempen ved for-bruning er, at der kan forekomme mere bismag og mindre kødsmag i færdigvaren som følge af harskningsprocesser i kødet.

Holdetiden under LTLT-tilberedningen påvirker mørhed, hvor øget holdetid øger mørheden for begge typer koteletter, uanset om de er for-brunede eller ej.

	Temperatur (Tc)	Opvarmning (tid til Tc)	Holdetid Minimum	Holdetid Anbefalet
Proces	58°C	36 min	Specifik: 64 min Generel: 72 min	72 min
Værdi	20 % svind	Det anbefales at for-brune koteletter, idet saftighed og mørhed øges, og LTLT-svindet reduceres med 5% sammenlignet med bruning efter LTLT-tilberedning. Ulempen ved for-bruning er en øget risiko for dannelse af 'genopvarmet smag' i slutproduktet.		

Produkt 7. Økologisk hamburgerryg

Formål

At optimere farve og udbytte af økologisk kogt hamburgerryg til foodservice.

Det er tidligere vist, at LTLT-tilberedning af hamburgerryg ved 58°C kan halvere kogevindtet sammenlignet med kogning til 75°C. Men en af de store udfordringer ved at producere økologisk hamburgerryg er, at farven bliver trist og grå, da der ikke anvendes nitrit i saltlagen.

For at finde frem til den optimale LTLT-tilberedning af hamburgerryg blev økologiske kamme lagesaltet med en tilsigtet sprøjtetilvækst på 12%. Kammene blev drænet natten over, hvorefter de blev stoppet i fibertarm, lukket med clips og røget i rygeovn ved 55°C med vekslende røg og tørring. Efterfølgende blev de kølet ved 5°C, delt i tre stykker og vakuumpakket i kogeposer. Efterfølgende blev de LTLT-tilberedt ved henholdsvis 58, 63 og 75°C med holdetider på 60, 90 og 120 minutter.

Af tabel 6 ses sprøjtetilvækst umiddelbart efter injektion samt de faktiske tilvækstprocenter for hamburgerryg fordelt på de ni forskellige behandlinger. Tilvækst efter injektion er ca. 16%, mens tilvækst efter 24 timers udligning er på ca. 14% for alle produkter. Det betyder, at kammene taber ca. 2% under udligning, og at den faktiske tilvækst er 2% over den tilsigtet tilvækst på 12%.

Tabel 6. Sprøjtetilvækst (%) og tilvækst efter udligning (%) af økologisk hamburgerryg.

Tilvækst

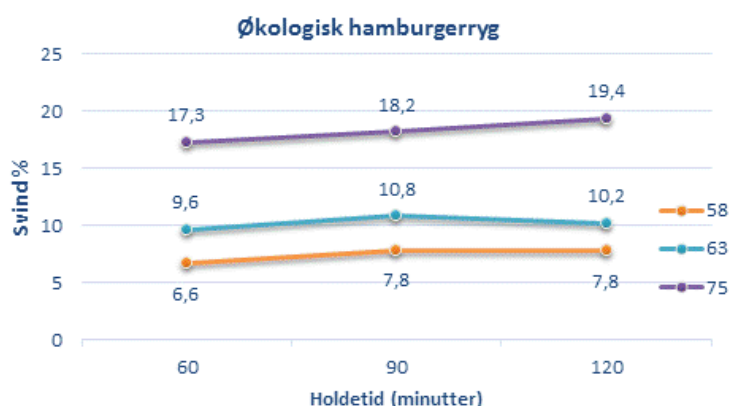
	Sprøjtetilvækst (%)			Tilvækst efter udligning (%)		
	58°C	63°C	75°C	58°C	63°C	75°C
60 min	16,2	16,2	16,2	13,9	13,9	13,9
90 min	16,5	16,5	16,5	14,1	14,1	14,1
120 min	16,0	16,0	16,0	13,9	13,9	13,9

Varmedrab af *L. monocytogenes* For at opvarme hamburgerryg fra 5°C til henholdsvis 58, 63 og 75°C kræves en opvarmningstid på henholdsvis 164, 189 og 199 minutter (tabel 3). Under opvarmningen sker et varmedrab af *L. monocytogenes* på 2,0 log ved 58°C, på 11,6 log ved 63°C og 921 log ved 75°C. Der kræves 4 log reduktion, før produktet betragtes som sikkert. Derfor skal hamburgerryg tilberedt ved 58°C have en holdetid på 26 minutter, mens tilberedning ved 63°C og 75°C er sikre efter opvarmning.

I tilfælde hvor opvarmningsforløbet eller råvaren afviger fra disse forhold, bør der udarbejdes nye sikkerhedsvurderinger. Alternativt anbefales det at anvende de generelle retningslinjer, hvor hele bakteriedrabet sker i holdetiden. Ved de generelle retningslinjer sikres mindst 4 logs reduktion af *L. monocytogenes* ved at fastholde kernetemperaturen 58°C i mindst 72 minutter.

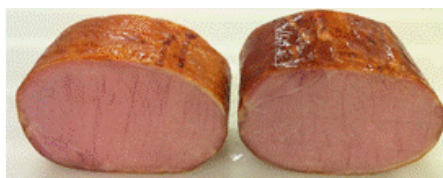
Svind %

Kogesvind under LTLT- og sous vide-tilberedning er vist i figur 5, hvor det fremgår, at tilberedningstemperaturen er afgørende for kogesvindtet. Tilberedes hamburgerryg ved 75°C, er svindet på 18,4% ± 1%, mens tilberedning ved 63°C reducerer kogesvindtet til 9,9% ± 0,3%, mens kogesvindtet reduceres til kun 7,1 ± 0,8% ved tilberedning ved 58°C. Det vil sige, at kogesvindtet næsten halveres (46%) ved at tilberede ved 63% og mere end halveres (61%) ved LTLT-tilberedning ved 58°C.



Figur 5. Kogesvind ved LTLT- og sous vide-tilberedning af hamburgerryg ved henholdsvis 58, 63 og 75°C.

Som det ses af nedenstående foto, har temperaturen også stor betydning for udseendet af færdigvaren efter tilberedning. Hamburgerryg tilberedt ved 58°C i 60 minutter har en rosa og ensartet skæreflade, mens tilberedning ved 75°C i 120 minutter har en gennemstegt og sprækket skæreflade. Kødet er skrumpet i så høj grad, at det har løsnet sig fra fibertarmen. Af bilag 5 ses foto af øvrige behandlinger, hvor det tydeligt ses, at temperaturen har større betydning end holdetiden.



Hamburgerryg LTLT-tilberedt ved 58°C i 60 minutter.



Hamburgerryg sous vide-tilberedt ved 75°C 120 minutter.

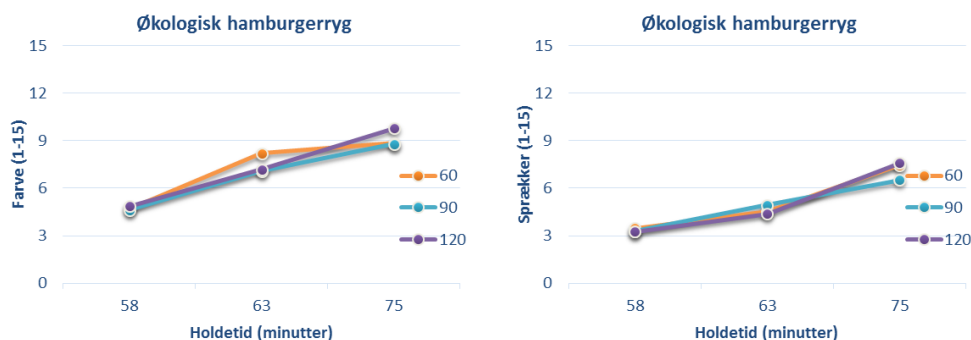
Spisekvalitet

Den sensoriske bedømmelse blev udført af utrænede dommere på 3 gentagelser per behandling. Kødet blev bedømt efter saltning, røgning, sous vide-tilberedning og lagring. Af tabel 7 ses, at både temperatur og holdetid påvirker spisekvaliteten af økologisk hamburgerryg, hvor temperaturen påvirker udseende, saftighed, mørhed og i mindre grad smag, mens holdetiden påvirker mørhed og smag. LSMEANS for samtlige behandlinger fremgår af bilag 5.

Tabel 7. Signifikansniveauer for betydning af holdetid og temperatur for de sensoriske egenskaber.

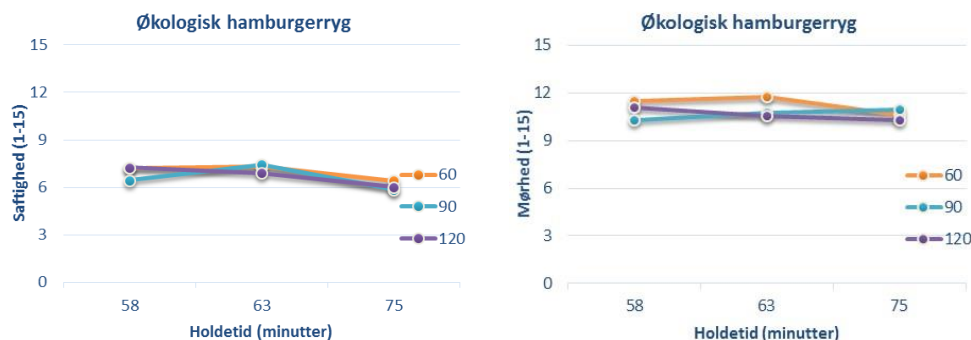
	Holdetid	Temperatur	tid*temperatur
Gennemstegt	0,2285	< 0,0001	0,0918
Sprækker	0,6770	<0,0001	0,1505
Saftighed	0,4413	0,00073	0,5212
Mørhed	0,0167	0,2620	0,0493
Kødsmag	0,9929	0,4311	0,3906
Metalsmag	0,0172	0,0904	0,3014
Salt smag	0,0015	0,2028	0,9471
Bismag	0,0006	0,0130	0,5754
Smuldrende			

Udseende er en af de kvalitetsparametre, der ønskes optimeret ved LTLT-tilberedning. Af figur 6 ses, hvordan gennemstegt farve og sprækker påvirkes af temperaturen. Graden af gennemstegt farve og sprækker stiger signifikant, når temperaturen øges fra 58°C til 63°C ($p>0,0001$) og når den øges fra 63°C til 75°C ($p>0,0001$).



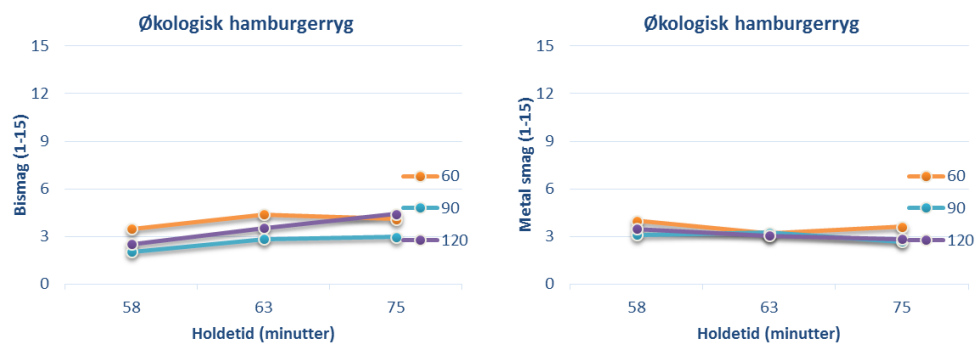
Figur 6. Gennemstegt udseende og sprækker i skærefladen af LTLT-hamburgerryg afhængig af temperatur (58-75°C) og holdetid (60-120 minutter), bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

Af figur 7 tv ses, hvordan saftighed påvirkes af temperaturen. Saftigheden er uændret, når temperaturen øges fra 58°C til 63°C ($p=0,4534$), mens kødet bliver signifikant mindre saftigt, når temperaturen øges fra 63 til 75°C ($p=0,0146$). Af figur 7 th ses, at alle behandlinger resulterer i høj mørhed, men at 60 minutters holdetid giver optimal mørhed ved både 58°C og 63°C, mens der ingen betydning er af holdetid ved 75°C.



Figur 7. Saftighed og mørhed af LTLT-hamburgerryg afhængig af temperatur (58°C-75°C) og holdetid (60-120 minutter), bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

Kødsmagen påvirkes hverken af temperatur eller holdetid, mens bismag og metalsmag kan påvirkes en smule med LTLT-tilberedningen. Bismag påvirkes af både tid og temperatur og reduceres ved at tilberede hamburgerryg ved 58°C i 90 minutter, mens højeste intensitet af bismag opstår ved tilberedning ved 75°C i 60 eller 120 minutter. Metalsmag påvirkes af holdetiden og kan reduceres ved at øge holdetiden til 90 eller 120 minutter (figur 8).



Figur 8. Bismag og metalsmag af LTLT-hamburgerryg afhængig af temperatur (58°C-75°C) og holdetid (60-120 minutter), bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

Konklusion

Ved produktion af økologisk hamburgerryg som LTLT-halvfabrikata er det ikke nødvendig med holdetid, når hamburgerryg tilberedes ved 63°C og 75°C, idet der opnås henholdsvis 11,6 log og 921 log reduktion af *L. monocytogenes* under opvarmning. Ønskes derimod tilberedning ved 58°C giver opvarmningen kun 2,0 logs reduktion, og derfor skal hamburgerryg have minimum 26 minutters holdetid for at være sikker.

For at optimere udbytte, farve og saftighed bør økologisk hamburgerryg tilberedes ved 58°C, da svindet mere end halveres sammenlignet med tilberedning ved 75°C. Samtidig opnås en rosa og ensartet skæreflade, hvilket giver mulighed for at producere økologisk hamburgerryg med et mere friskt udseende.

Kødsmagen påvirkes ikke af LTLT-behandling, men bismag og metalsmag kan reduceres ved at varmebehandle hamburgerryg med 90 minutters holdetid.

Ved tilberedning af økologisk LTLT-hamburgerryg anbefales tilberedning ved 58°C i 90 minutter. Derved opnås bedst mulig kvalitet og det største udbytte.

	Temperatur (Tc)	Opvarmning (tid til Tc)	Holdetid Minimum	Holdetid Anbefalet
Proces	58°C	164 min (2h 44 min)	Specifik: 26 min Generel: 72 min	90 min
Værdi	8 % svind	Udbytte og farve af økologisk LTLT-hamburgerryg kan optimeres ved tilberedning ved 58°C. Svindet mere end halveres sammenlignet med kogning til 75°C, da det reduceres fra 18,1 til 7,4%. Desuden bliver farven rosa uden dybe sprækker i skærefladen. Holdetiden bør være 90 minutter, da bismag og metalsmag herved reduceres.		

Retningslinjer for processing af økologiske halvfabrikata

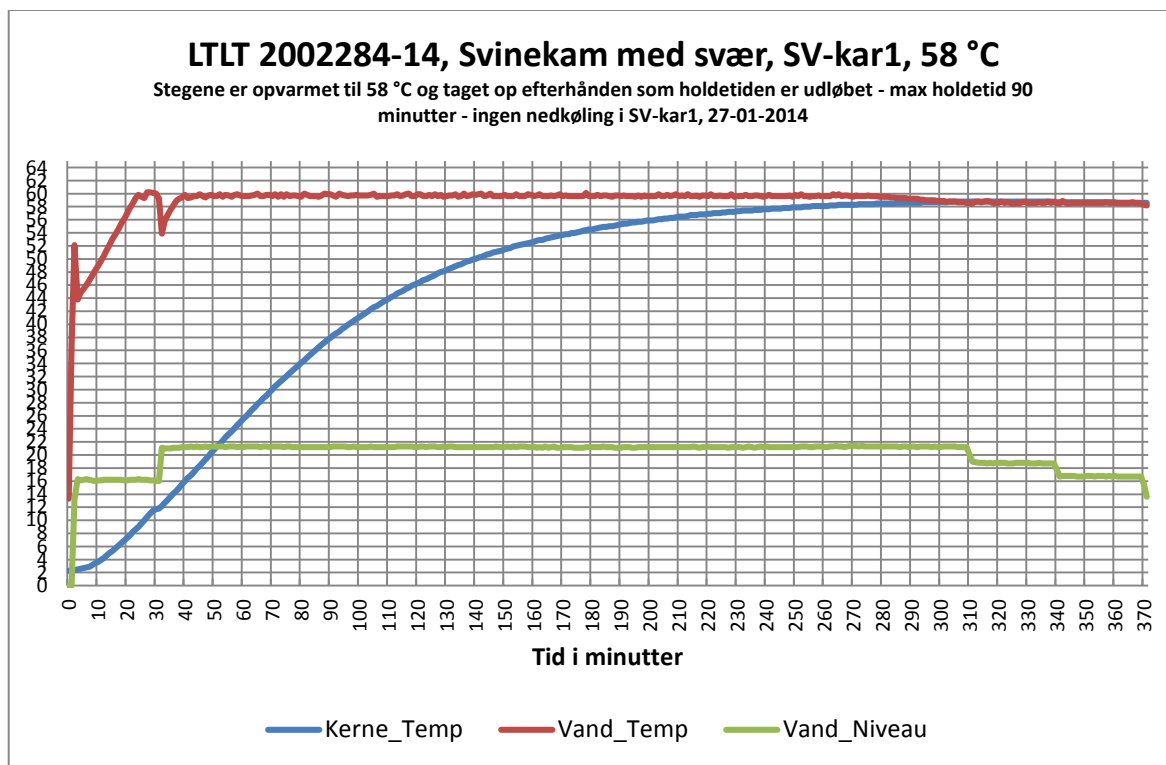
I følgende retningslinjer angives optimal LTLT-tilberedning af økologisk kamsteg med svær, fadkoteletter og hamburgerryg. Temperaturen, T_c , angiver processtemperaturen i karret og den ønskede centrumstemperatur i kødet. Holdetiden angiver den tid, centrumstemperaturen skal fastholdes for at opnå et sikkert produkt med optimal kvalitet og udbytte. Merværdien er et estimat og er svindet ved den anbefalede LTLT-tilberedning relativt til det forventede svind, hvis kødet var tilberedt til 75°C. Det forventede kogesvind ved 75°C i 1 minut er for stege ca. 30%, for små udkæringer ca. 25% og for pålæg ca. 20%. Den konkrete værdi vil afhænge af produktets salgspris. Hvis en LTLT-hamburgerryg fx sælges til 170 kr./kg, vil der blive en fortjeneste på 17 kr./kg færdigvare sammenlignet med en hamburgerryg tilberedt på traditionel vis.

Tabel 8. Retningslinjer for LTLT-tilberedning af økologisk kamsteg med svær, fadkoteletter og hamburgerryg.

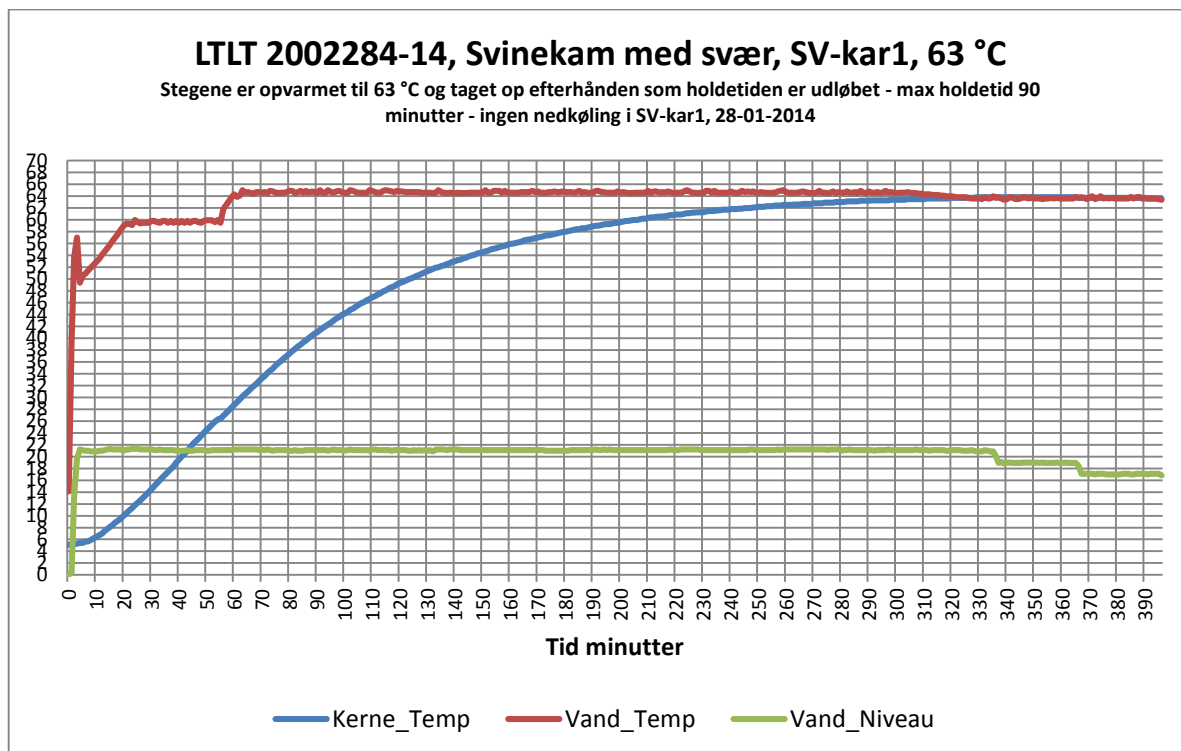
Halvfabrikata	Temperatur T_c	Anbefalet holdetid	Svind	Estimeret Merværdi
Kamsteg m/svær	58°C	30 min	6%	+24%
Fadkoteletter (For-brunet)	58°C	72 min	20%	+5%
Hamburgerryg	58°C	90 min	8%	+10%

Table 1. Råvaredata for muskler anvendt til sensorisk profil af økologisk kamsteg med sprød svær, fadkoteletter og hamburgerryg.

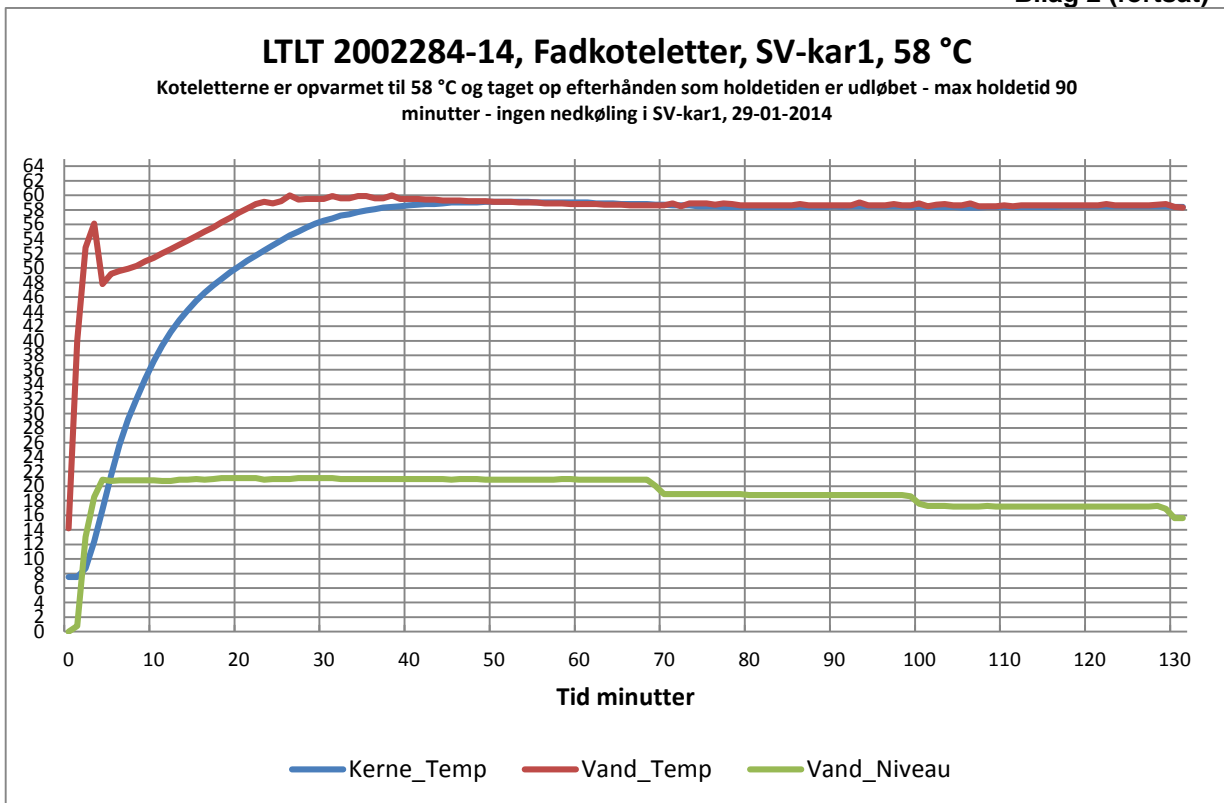
Gris	Leverandør (kode)	Vægt (afregning)	Kød %	pH (kam)
1	66	81,6	57,7	5,5
2	66	87,3	61,1	5,61
3	66	81,5	62,0	5,55
4	66	85,2	60,0	5,55
5	66	81,4	62,9	5,51
6	66	76,0	60,4	5,51
7	66	83,7	60,7	5,62
8	66	77,2	60,5	5,57
9	66	84,6	57,2	5,57
10	66	82,2	60,9	5,54
11	66	86,7	58,9	5,55
12	66	89,3	60,9	5,5
13	66	91,6	59,1	5,59
14	66	78,8	62,0	5,54
15	66	82,2	54,0	5,72
16	66	81,7	62,3	5,78
17	66	88,0	61,9	5,66
18	66	86,6	59,0	5,56
19	66	84,7	60,3	5,79
20	66	88,3	56,6	5,56
21	66	85,2	63,0	5,5
22	66	80,1	60,8	5,47
23	66	87,7	59,0	5,54
24	66	84,0	62,3	5,63
25	66	85,9	62,0	5,53



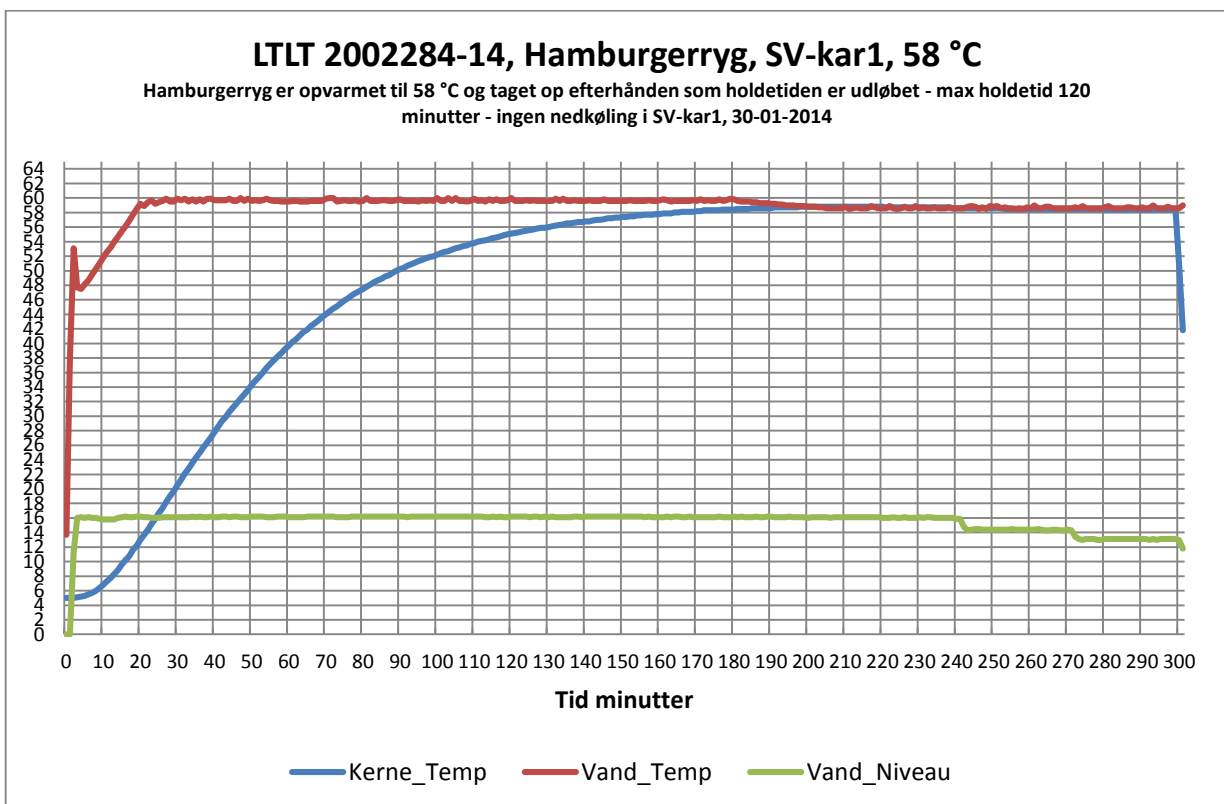
Figur 1. Opvarmningskurve for kamsteg med svær tilberedt ved 58°C, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse = grader celsius (°C)



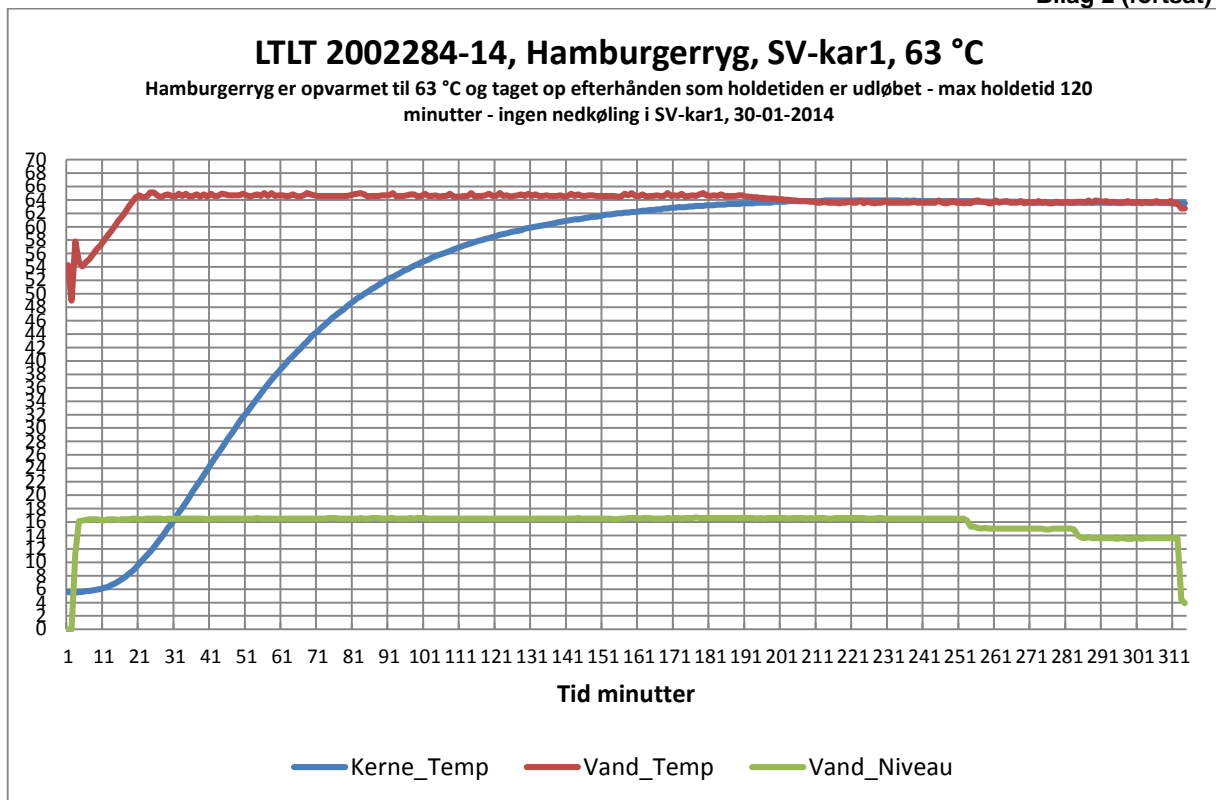
Figur 2. Opvarmningskurve for kamsteg med svær tilberedt ved 63°C, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse = grader celsius (°C)



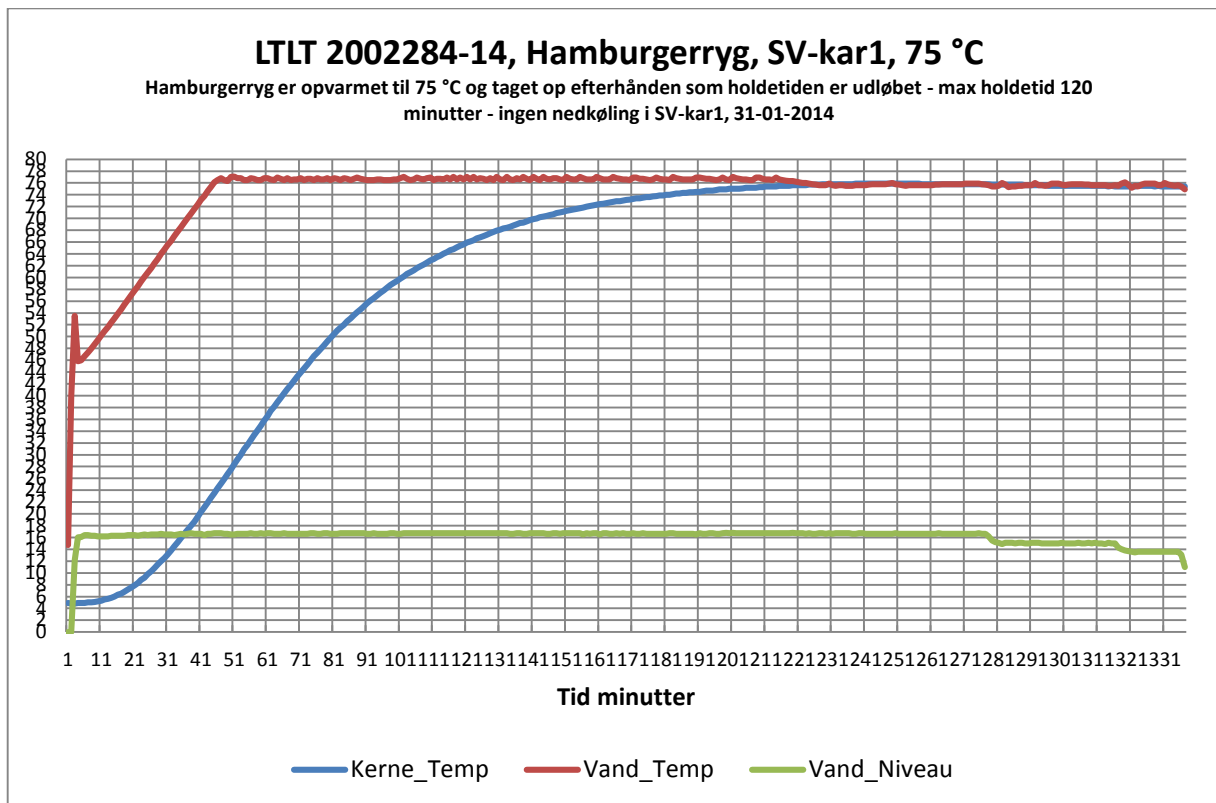
Figur 3. Opvarmningskurve for fadkoteletter tilberedt ved 58°C, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse = grader celsius (°C)



Figur 4. Opvarmningskurve for hamburgerryg tilberedt ved 58°C, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse = grader celsius (°C)



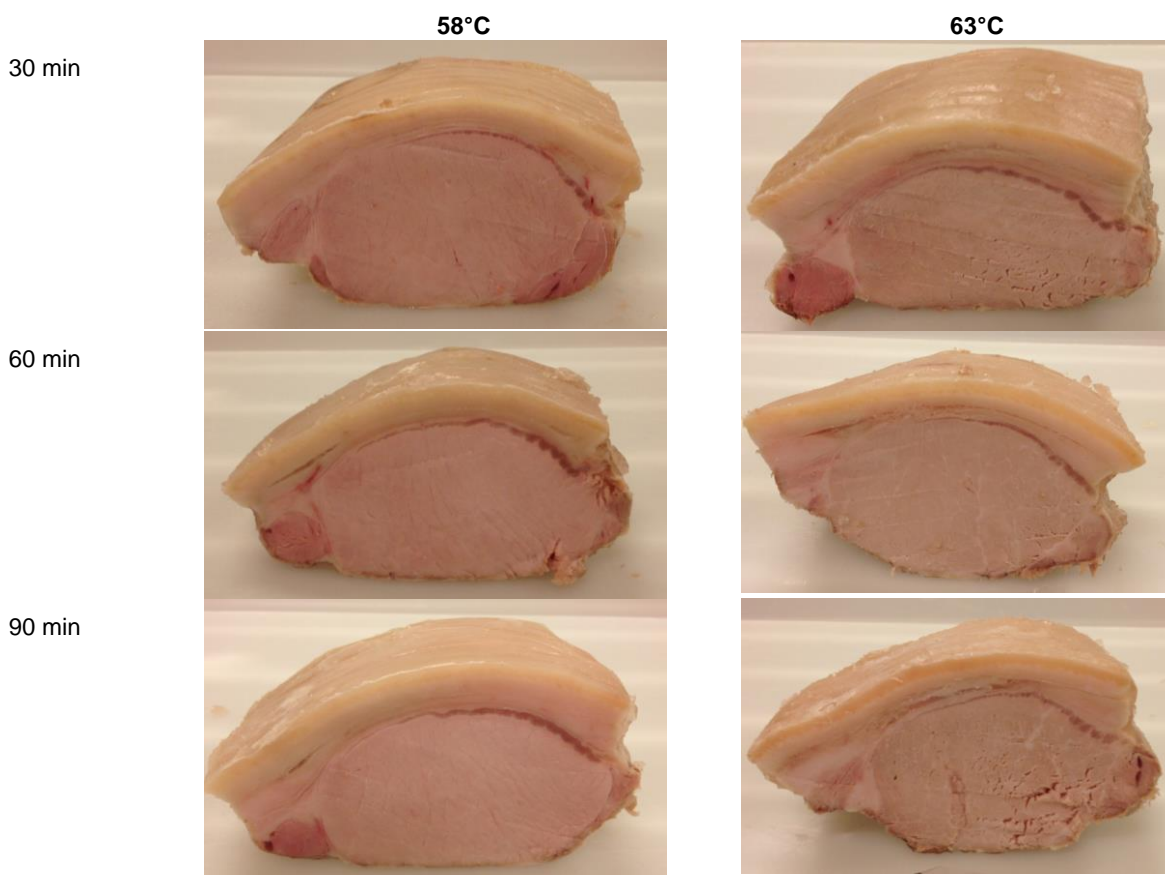
Figur 5. Opvarmningskurve for hamburgerryg tilberedt ved 63°C, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse = grader celsius (°C)



Figur 6. Opvarmningskurve for hamburgerryg tilberedt ved 75°C, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse = grader celsius (°C)

Tabel 1. Intensitet af sensoriske egenskaber for kamsteg med sprød svær afhængig af procestemperatur og holdetid, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

		30 min	60 min	90 min	p Tid	p Temp	p Minut*temp
Udseende	58°C	8,5	8,3	9,6	0,0431	<0,0001	0,5034
	63°C	10,2	10,7	11,0			
Mørhed	58°C	11,1	9,8	10,7	0,0012	0,3735	0,6241
	63°C	10,9	8,9	10,8			
Saftighed	58°C	4,5	5,6	5,3	0,7392	<0,0001	0,0158
	63°C	4,5	3,9	3,7			
Sprød svær	58°C	8,1	9,4	7,2	0,4789	0,1726	0,0567
	63°C	9,7	8,2	9,1			
Smuldrrende	58°C	8,7	6,6	8,1	0,0014	0,0285	0,8029
	63°C	9,3	7,8	9,1			
Kødsmag	58°C	6,2	5,6	6,1	0,7543	0,5093	0,2810
	63°C	6,2	6,3	5,9			
Metal	58°C	3,7	4,2	4,3	0,8719	0,0160	0,0426
	63°C	4,0	3,2	3,1			
Syrlig	58°C	5,5	5,5	5,4	0,0119	0,0571	0,0128
	63°C	6,0	4,5	4,7			



Bilag 3 (fortsat)

58°C

63°C

30 min



60 min



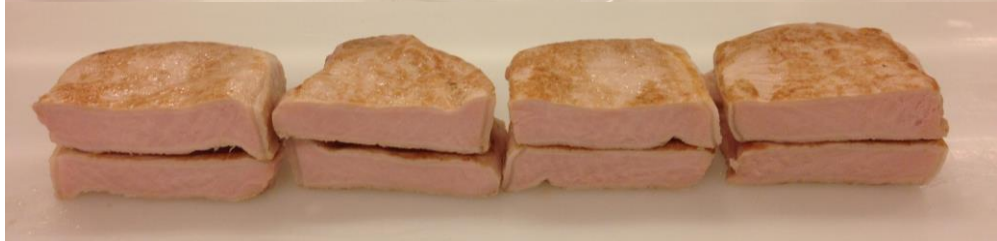
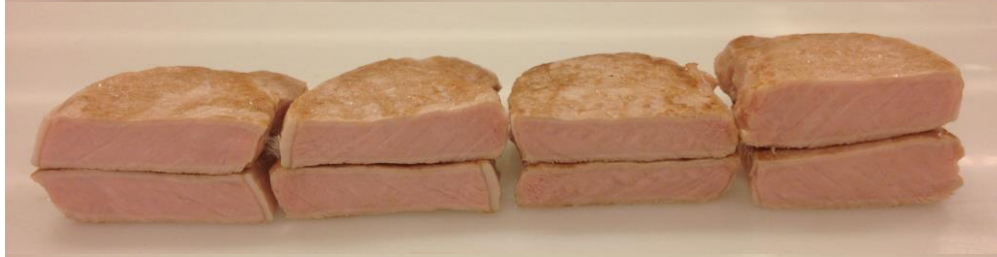
90 min



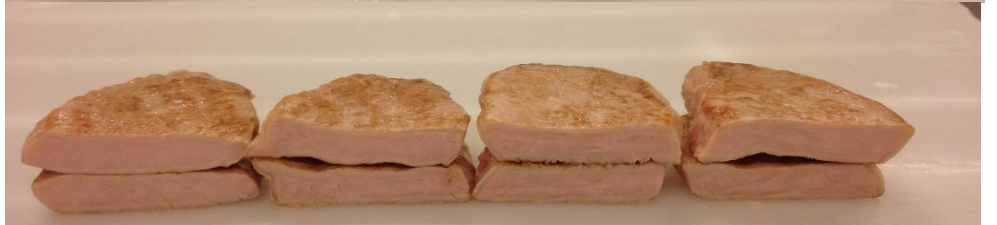
*Forbrunet
58°_30 min*



*Forbrunet
58°C_60 min*



*Forbrunet
58°C_90 min*



Rå
58°_30 min



Rå
58°C_60 min



Rå
58°C_90 min



Tabel 1. Intensitet af sensoriske egenskaber for hamburgerryg afhængig af procestemperatur og holdetid, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

		60 min	90 min	120 min	p Tid	p Temp	p Minut*temp
Farve	58°C	4,7	4,6	4,9	0,2285	< 0,0001	0,0918
	63°C	8,2	7,1	7,2			
	75°C	8,9	8,8	9,8			
Sprækker	58°C	3,5	3,3	3,3	0,6770	<0,0001	0,1505
	63°C	4,6	4,9	4,4			
	75°C	7,5	6,5	7,6			
Saftighed	58°C	7,2	6,4	7,3	0,4413	0,00073	0,5212
	63°C	7,3	7,4	6,9			
	75°C	6,4	5,9	6,0			
Mørhed	58°C	11,5	10,3	11,1	0,0167	0,2620	0,0493
	63°C	11,8	10,7	10,5			
	75°C	10,6	10,9	10,3			
Kødsmag	58°C	5,7	5,2	5,5	0,9929	0,4311	0,3906
	63°C	5,6	5,8	5,4			
	75°C	5,7	6,0	6,2			
Metalsmag	58°C	4,0	3,1	3,5	0,0172	0,0904	0,3014
	63°C	3,2	3,3	3,0			
	75°C	3,6	2,7	2,8			
Salt smag	58°C	7,6	6,7	7,5	0,0015	0,2028	0,9471
	63°C	7,6	7,0	7,8			
	75°C	8,1	7,2	7,9			
Bismag	58°C	3,5	2,0	2,5	0,0006	0,0130	0,5754
	63°C	4,4	2,8	3,5			
	75°C	4,1	3,0	4,4			
Smuldrende	58°C	8,0	7,3	8,3			
	63°C	8,5	8,4	8,0			
	75°C	9,1	8,9	8,8			

