



Rapport

Økologisk svinekød med høj spisekvalitet

Optimeret sous vide-tilberedning af økologisk svinekød

Svinekam, krebinetter, culotte og schnitzler (Forsøg 1)

9. 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 detailemballering 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 fire forskellige økologiske foodservice-produkter, der er testet i forsøg 1, mens yderligere tre produkter er testet i forsøg 2 (tabel 1).

Tabel 1. Økologiske foodservice-produkter 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 svinefilet, svineculotte (yderlår) og schnitzler (inderlår) blev anvendt økologiske so-grise med en slagtevægt på 80-87 kg. Alle grisene var fra samme leverandør og blev slagtet på det samme slagteri på den samme slagtedag (28. november 2013). På denne måde blev det sikret, at alle råvarer havde så ens oprindelse og håndtering som muligt. I den udstrækning det var muligt, blev der desuden anvendt flere muskler fra den samme gris (bilag 1). Til forsøg med krebinetter blev udtaget hakkekød produceret af økologisk svinekød med henholdsvis 6-10% og 9-15% fedt fra to forskellige detailbatch på et dansk slagteri.

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°C eller 63°C af vakuumpakket økologisk svinekød, i DMRI's 40 kg Classic Gastro sous vide-kar. Der blev gennemført én batch per produkt, 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 fire 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 svinefilet, krebinetter, svineculotte og skinkeschnitzler.

	Svinefilet (ca. 50-55 mm)	Krebinetter (ca. 10-15 mm)	Culotte (ca. 60-65 mm)	Schnitzler (ca. 15 mm)
Temperatur	58°C	63°C	63°C	63°C
Tid	15-105 min	60-75-90 min	3-18 timer	3-18 timer
Opvarmning	58°C_200 min	58°C_1-2½h	58°C_300 min	58°C_60 min
Behandlinger	7	6	6	6
Prøver, profil	21 (n=3)	18 (n=3)	18 (n=3)	18 (n=3)
Prøver, svind	35 (n=5)	30 (n=5)	30 (n=5)	30 (n=5)
Egenskaber	Stegt udseende Kødsmag Metalsmag Mørhed Saftighed Smuldrende	Stegt udseende Saftighed Smuldrende Kødsmag	Stegt udseende Kødsmag Metalsmag Mørhed Saftighed Smuldrende	Stegt udseende Kødsmag Metalsmag Mørhed Saftighed Smuldrende

Analyser

Sensorik

På alle produkter blev der udført en sensorisk turboprofil, dvs. en profilanalyse med et meget simpelt ordsæt bestående af 4-6 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 kører 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, som 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, total svind og i enkelte tilfælde bruningssvind.

Sous vide-svind på alle produkter.

Kødet blev vejet:

- Før SV-behandling
- Efter SV-behandling

Total SV-svind (tilberedning+opvarmning) på alle produkter.

Kødet blev vejet:

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

Bruningssvind på krebinetter og schnitzler

Kødet blev vejet:

- Efter SV-behandling + opvarmning
- Efter bruning

Resultater

Resultaterne fra 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 svinnekød er generelt lave. Bakteriefloren forefindes normalt på overfladen, hvor varme-påvirkningen er størst, og sandsynlighed for overlevelse efter sous vide-behandling er lav. I hakket kød, mekanisk mørnet kød og kød tilsat lage (multistiksprøjtning) 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 de efterfølgende retningslinjer. I tabel 3 er vist specifikke holdetider for de fire 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 $D_{60^{\circ}\text{C}} = 8,7$ min, $z = 6,3^{\circ}\text{C}$ (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 holdetider, 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.

Tabel 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, $z = 6,3^{\circ}\text{C}$ (Doyle 2001).

Sikkerheds-
beregninger

	Temperatur T_c	Tid til T_c (aflæst)	Beregnet reduktion ved T_c	Specifik holdetid til 4 log	Generel holdetid min. 4 log
Svinefilet 50-55 mm	58°C	236 min (3h 56min)	2,9 log	21 min	72 min
Krebinetter 10-15 mm	63°C	80 min (1h 20 min)	5,0 log	0 min	12 min
Culotte 60-65 mm	63°C	394 min (6h 34 min)	30,2 log	0 min	12 min
Schnitzler ca. 15 mm	63°C	97 min (1h 37 min)	5,6 log	0 min	12 min

Produkt 1. Økologisk svinefilet

Formål

At optimere saftighed og mørhed af økologisk LTLT-tilberedt svinefilet til foodservice.

Det er tidligere vist, at sous vide-tilberedning ved 58°C i stedet for 75°C kan reducere kogesvindet med op til 50%, og at mørheden kan forbedres afhængig af holdetidens varighed som følge af kollagens opløsning og proteolytiske processer i kødet. Det er imidlertid uvist, hvilken tilberedningstid der er den mest optimale ved sous vide-tilberedning af svinefilet som halvfabrikata, hvor kødet køles efter sous vide og opvarmes igen umiddelbart inden servering.

For at undersøge den optimale tilberedningstid ved 58°C blev halve økologiske kamme fra 6 grise sous vide-tilberedt i henholdsvis 15, 30, 45, 60, 75, 90 og 105 minutter. Efter opvarmning blev kødet kølet i koldt vand og lagret ved 2°C. På analysedagen blev kødet opvarmet fra 2°C til 58°C i 200 minutter, hvorefter vakuumposen blev brudt og kødet skåret i 10 mm tykke skiver og serveret.



Varmedrab af *L. monocytogenes*

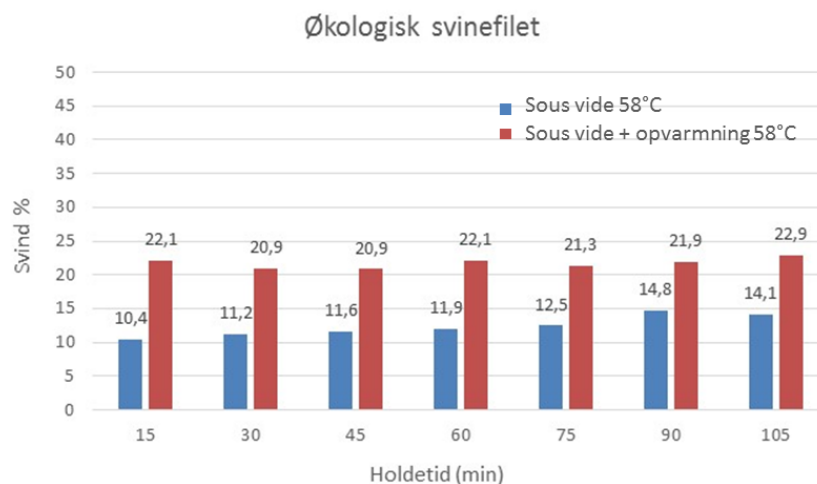
For at opvarme svinefilet fra 5°C til 58°C kræves en opvarmningstid på ca. 236 minutter (tabel 3). Under opvarmningen sker et varmedrab på 2,9 log af *L. monocytogenes*, men da der kræves 4 log reduktion, før produktet betragtes som sikkert, skal der tilføjes en holdetid på 21 minutter.

Dette varmedrab gælder kun svinefilet med tilsvarende dimensioner, start-temperatur og tilberedningsmetode, da disse faktorer kan have indflydelse på opvarmningsforløbet. 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 på 58°C i mindst 72 minutter.

Svind %

Kogesvind under LTLT-tilberedning af svinefilet er vist i figur 1, og er på mellem 10,4 og 14,8% afhængig af tilberedningstiden. Af hensyn til minimering af kogesvind bør holdetiden ikke overstige 75 minutter. Laveste svind opnås ved en holdetid på 15 minutter, hvilket medfører et svind på 10,4%, mens en holdetid på 90-105 minutter medfører 14,1-14,8% svind.

Når kødet opvarmes igen i forbindelse med færdigtilberedning, øges svindet betydeligt. Efter opvarmning vil det samlede svind være på 20,9-22,9%, uanset hvilken holdetid der er anvendt under sous vide-tilberedningen.




Figur 1. Svind ved LTLT-tilberedning af svinefilet ved 58°C samt totalsvind efter LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning (58°C i 200 min).

Spisekvalitet

Den sensoriske bedømmelse blev udført af utrænede dommere med 3 gentagelser per behandling. Kødet blev bedømt efter LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning. I tabel 4 er vist LSMEANS for de sensoriske egenskaber, hvor det fremgår, at der ikke var signifikant forskel på behandlingerne, uanset hvilken holdetid der blev anvendt ved 58°C.

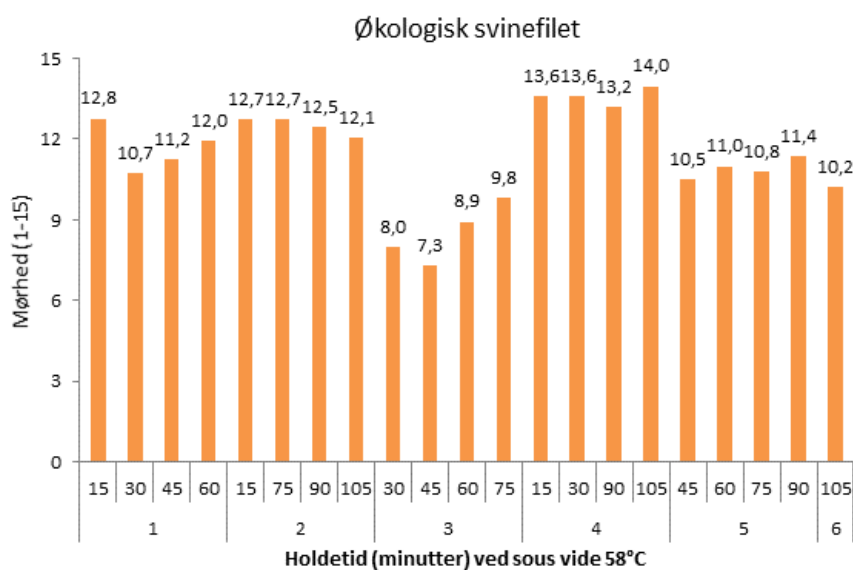
I relation til spisekvalitet er der derfor hverken fordele eller ulemper ved at øge holdetiden, hverken hvad angår saftighed eller mørhed, som er de egenskaber, der ønskes optimeret ifølge formålet.

Tabel 4. Intensitet af sensoriske egenskaber afhængig af holdetid under sous vide-tilberedning af svinefilet, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

Holdetid	15 min	30 min	45 min	60 min	75 min	90 min	105 min	p
Udseende								
Gennemstegt udseende	7,2	7,8	7,6	7,8	9,2	9,0	9,8	0,1555
Kødsmag	8,4	8,4	8,5	8,1	8,8	8,5	8,4	0,8176
Metalsmag	5,3	5,6	5,4	5,2	5,2	5,5	5,0	0,9213
Saftighed	8,2	8,2	8,0	7,7	8,2	7,7	7,5	0,8909
Mørhed	13,0	10,8	9,7	10,6	11,1	12,3	12,1	0,3122
Smuldrende	7,4	7,2	6,1	6,5	7,0	8,2	7,6	0,3453

Generelt var fileterne meget møre efter opvarmning, hvilket sandsynligvis skyldes, at produkterne er blevet opvarmet to gange. Den samlede varmebehandlingstid har derfor været lang og har sandsynligvis udvisket eventuelle forskelle mellem de syv behandlinger.

En del af forklaringen skal også findes ved den naturlige dyr-til-dyr-variation. I figur 2 er vist, hvordan mørhed varierer for dyr 1 til dyr 6, uanset holdetid. Det ses tydeligt, at dyr 3, uanset behandling, har et væsentligt lavere mørhedsniveau end fx dyr 4. For særligt møre grise (dyr 2 og 4) kunne desuden ses en tendens til, at øget holdetid medførte en mere smuldrende struktur.



Figur 2. Variation i mørhed afhængig af holdetid (15 -105 minutter) og gris (1-6).

Konklusion

Ved produktion af svinefilet som LTLT-halvfabrikata skal sikres en holdetid på mindst 21 minutter ved 58°C for opnå tilstrækkeligt varmedrab under varmebehandling. Hvis varmedrabet under opvarmning ikke kendes, bør hele drabet ske i holdetiden, som ved 58°C er mindst 72 minutter.

For at minimere kogesvindet bør holdetiden ikke overstige 75 minutter. Sous vide-svindet kan forventes at være på 10,4-12,5%, mens det totale svind inkl. opvarmning medfører et svind på 20,9-22,1%.

Der er ingen sensoriske fordele eller ulemper ved at øge holdetiden under sous vide-tilberedningen af svinefilet, idet fileten bliver meget mør uanset holdetid, sandsynligvis fordi produktet opvarmes to gange.

Ved sous vide-tilberedning af økologisk svinefilet ved 58°C, anbefales så kortvarig tilberedning som mulig. Derved opnås bedst mulig kvalitet og det største udbytte. Optimal holdetid for svinefilet tilberedt ved 58°C er 21 minutter specifikt for svinefilet eller 72 minutter generelt for svine- og oksekød.

	Temperatur (Tc)	Opvarmning (tid til Tc)	Holdetid Minimum	Holdetid Anbefalet
Proces	58°C	236 min (3h 56 min)	Specifik: 21 min Generel: 72 min	30 min
Værdi	11% svind	Udseende, smag og tekstur påvirkes ikke af holdetiden. Derfor anbefales at anvende minimal holdetid, da dette kan øge fleksibiliteten i produktionen, minimere energiforbruget og reducere svind under tilberedningen.		

Produkt 2. Økologiske krebinetter

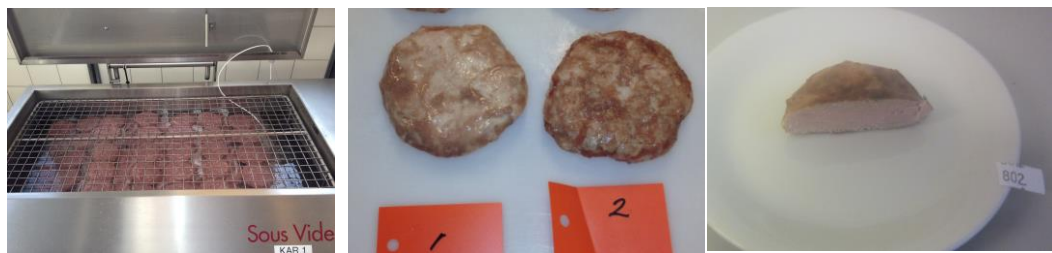
Formål

At optimere saftighed og fødevarerikkerhed af økologiske LTLT-tilberedte krebinetter til foodservice.

Erfaringer med LTLT-tilberedning af hakket kød har vist, at saftigheden efter LTLT-tilberedning både afhænger af tilberedningstid og -temperatur samt af fedtindholdet i råvaren. Det er imidlertid uvist, hvilken fedtprocent og tilberedningstid, der er den mest optimale for krebinetter til halvfabrikata, hvor kødet køles efter tilberedning og opvarmes samt brunes på pande umiddelbart inden servering.

For at opnå mest mulig saftighed i et LTLT-produkt skal tilberedningstemperaturen være så lav som muligt. Til forsøget med krebinetter er 63°C valgt som tilberedningstemperatur, da hakket svineköd ikke kan være alt for rosa på serveringstidspunktet.

For at undersøge den optimale tilberedningstid ved 63°C blev økologisk hakket svineköd med henholdsvis 6-10% fedt og 9-15% fedt formet til krebinetter á 140 gram (diameter 10 cm, højde ca. 15 mm) og LTLT-tilberedt i henholdsvis 60, 75 og 90 minutter. Efter opvarmning blev ködet kölet i koldt vand og lagret ved 2°C. På analysedagen blev ködet opvarmet fra 2°C til 58°C i 1-2½ time, hvorefter vakuumposen blev brudt, og krebinetterne blev brunet to minutter på hver side på en 180°C varm kippande. Krebinetterne blev delt i halve og serveret på forvarmede tallerkener.



Varmedrab af *L. monocytogenes*

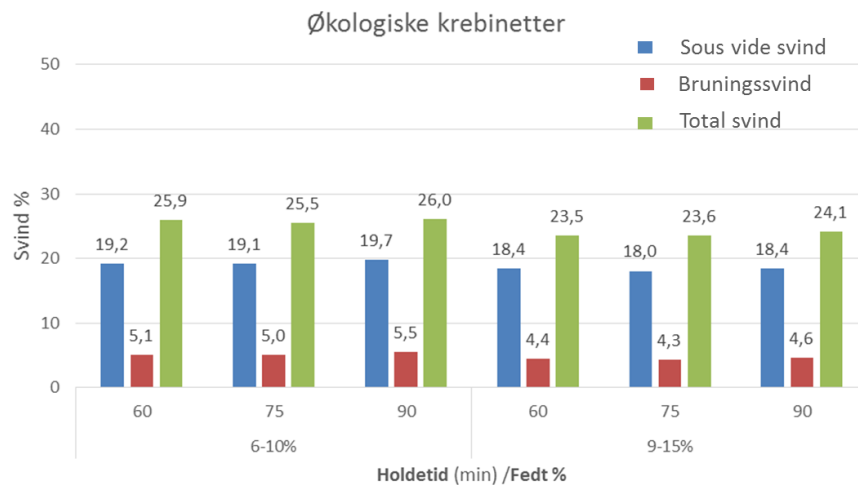
For at opvarme krebinetter fra 5°C til 63°C kræves en opvarmningstid på ca. 80 minutter (tabel 3). Under opvarmningen sker et varmedrab på 5,0 log af *L. monocytogenes*, og da der kræves 4 log reduktion, før produktet betragtes som sikkert, kræves ingen holdetid for at sikre et tilstrækkeligt varmedrab.

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 på 63°C i mindst 12 minutter.

Svind %

Kogesvind under LTLT-tilberedning af krebinetter er vist i figur 3, og er på mellem 18,0 og 19,7%. Kogesvindet påvirkes i mindre grad af fedtprocent, hvor krebinetter med 6-10% fedt har et ca. 1% større svind end krebinetter med 9-15% fedt. Tilberedningstiden påvirker ikke kogesvindet i nævneværdig grad.

Når kødet opvarmes igen i forbindelse med servering, stiger det samlede svind (LTLT + opvarmning) til ca. 26% for krebinetter med 6-10% fedt og til ca. 24% for krebinetter med 9-15% fedt. Ønskes en brunet overflade, vil en pandestegning i 2 x 2 minutter betyde et yderligere svind på ca. 5% uanset fedtprocent (figur 3).



Figur 3. Svind ved LTLT-tilberedning af krebinetter ved 63°C samt totalsvind efter LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning (58°C i 1-2½ timer).

Spisekvalitet

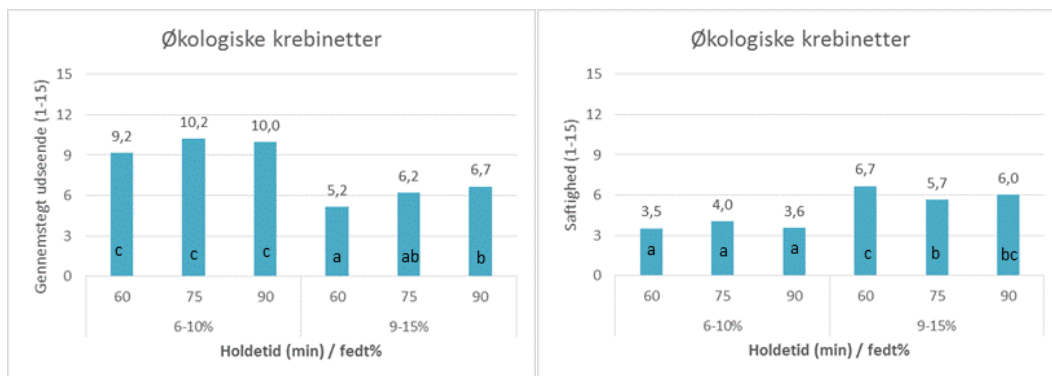
Den sensoriske bedømmelse blev udført af utrænede dommere med 3 gentagelser per behandling. Kødet blev bedømt efter LTLT-tilberedning, lagring, opvarmning og pandebruning. I tabel 5 er vist LSMEANS for de sensoriske egenskaber, hvor det fremgår, at både udseende og saftighed påvirkes af fedtprocent og LTLT-tilberedning.

Tabel 5. Intensitet af sensoriske egenskaber af krebinetter afhængig af fedtprocent og holdetid, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

	6-10% fedt			9-15% fedt			p LTLT	p Fedt	p L*F
	60 min	75 min	90 min	60 min	75 min	90 min			
Gennemstegt udseende	9,2	10,2	10,0	5,2	6,2	6,7	0,0181	<0,0001	0,6634
Kødsmag	7,0	8,0	7,9	6,9	6,6	6,5	0,5539	0,1434	0,0979
Saftighed	3,5	4,0	3,6	6,7	5,7	6,0	0,5443	0,0022	0,0377
Smuldrende	8,9	8,7	9,7	5,1	6,3	5,9	0,0867	0,0028	0,0534

Af figur 4 ses, hvordan gennemstegt udseende påvirkes af fedtprocent og LTLT-tilberedning, hvor krebinetter med 6-10% fedt er signifikant mere gennemstegte end krebinetter med 9-15% fedt. Disse forskelle er umiddelbart svære at forklare, idet tilberedning og pakning inden bedømmelsen har været ens for de to behandlinger. Samme fænomen er imidlertid også set for hakkebøffer og skyldes formodentlig, at de to typer hakkekød består af muskler med forskellig pigmentkoncentration. Et eksempel på denne farveforskel er vist i figur 5. LTLT-tilberedningen har kun betydning for krebinetter med 9-15% fedt, hvor stigende holdetid giver kødet en mere gennemstegt farve.

Saftigheden af LTLT-krebinetter kan optimeres ved at anvende råvarer med 9-15% fedt i stedet for 6-10% fedt. Tilberedningstiden har alene betydning for krebinetter med 9-15% fedt, hvor 60 minutters holdetid giver mere saftige krebinetter sammenlignet med tilberedning i 75 minutter.



Figur 4. Intensitet af gennemstegt udseende og saftighed af krebinetter afhængig af fedtprocent og holdetid (n=27).

Af hensyn til fødevarerikkerhed er det langt fra nødvendigt at anvende holdetider på 60-90 minutter, da krebinetterne er sikre allerede efter opvarmning. Af hensyn til procesoptimering og ressourceforbrug anbefales at anvende så kort tilberedningstid som mulig, hvilket ikke kan afvises også at øge kvaliteten yderligere.



Figur 5. Krebinetter LTLT-tilberedt ved 63°C i 75 min. TV: krebinet med 6-10 % fedt, TH: krebinet med 9-15% fedt.

Konklusion

Ved produktion af krebinetter som LTLT-halvfabrikata er det ikke nødvendigt med holdetid, da der er opnået 5 log reduktion på *L. monocytogenes* under opvarmning fra 5°C-63°C. Alligevel anbefales en holdetid på 12 minutter ved 63°C for at sikre tilstrækkelig varmedrab, uanset råvarens dimensioner, forbehandling m.m.

Der er lille variation i kogesvind for LTLT-krebinetter. Uanset fedtprocent og tilberedning varierer svindet fra 18,0 til 19,7%. Ønskes det at minimere kogesvindet, bør der anvendes en råvare med 9-15% fedt, mens varigheden af varmebehandlingen ikke påvirker svindet betydeligt.

For optimeret saftighed bør anvendes råvarer med 9-15% fedt og så kortvarig varmebehandling som muligt, hvilket også vil give et mindre gennemstegt udseende.

Ved sous vide-tilberedning af økologiske krebinetter ved 63°C anbefales råvarer med 9-15% fedt og så kortvarig tilberedning som mulig. Derved opnås bedst mulig kvalitet og det største udbytte. Optimal holdetid for krebinetter tilberedt ved 63°C er 0 minutter specifikt for disse krebinetter eller 12 minutter generelt for svine- og oksekød.

	Temperatur (Tc)	Opvarmning (tid til Tc)	Holdetid Minimum	Holdetid Anbefalet
Proces	63°C	80 min (1h 20 min)	Specifik: 0 min Generel: 12 min	12 min
Værdi	20% svind	Der kan med fordel anvendes hakket svinekød med 9-15% fedt, da saftighed og farve optimeres. Uanset råvare forventes et kogesvind på ca. 20%. Ved bruning af krebinetter skal forventes et yderligere svind på ca. 5%.		

Produkt 3. Økologisk skinkeculotte

Formål

At optimere saftighed og mørhed af økologiske LTLT-tilberedte svineculotter (yderlår) til foodservice.

Det er tidligere vist, at det er muligt at reducere kogesvindet betydeligt ved at sænke tilberedningstemperaturen fra 75°C til 58-63°C under LTLT-tilberedning. Det er desuden vist, at det er mulig at mørne svinekød ved både 58°C og 63°C, men at tilberedning ved 63°C kan forkorte opvarmningstiden og mørningsprocessen for særlig bindevævsholdige kødtyper. Det er i imidlertid uvist, hvilken tilberedningstid der er den mest optimale ved LTLT-tilberedning af svineculotte som halvfabrikata, hvor kødet efter tilberedningen køles, lagres og opvarmes igen umiddelbart inden servering. Af hensyn til mørning og farve er det valgt at anvende 63°C i disse forsøg.

For at undersøge den optimale tilberedningstid ved 63°C blev culottestege skåret fra yderlåret fra 13 økologiske so-grise og LTLT-tilberedt i henholdsvis 3, 6, 9, 12, 15 og 18 timer. Efter opvarmning blev kødet kølet i koldt vand og lagret ved 2°C. På analysedagen blev kødet opvarmet fra 2°C til 63°C i ca. 5 timer, hvorefter vakuumposen blev brudt, og stegene skåret i 5 mm tykke skiver og serveret for dommerne på forvarmede tallerkener.



Figur 6. LTLT-tilberedning af culottestege ved 63°C i op til 18 timer. TV: sous vide-kar, TH: udseende af LTLT-tilberedt culottesteg.

Varmedrab af *L. monocytogenes*

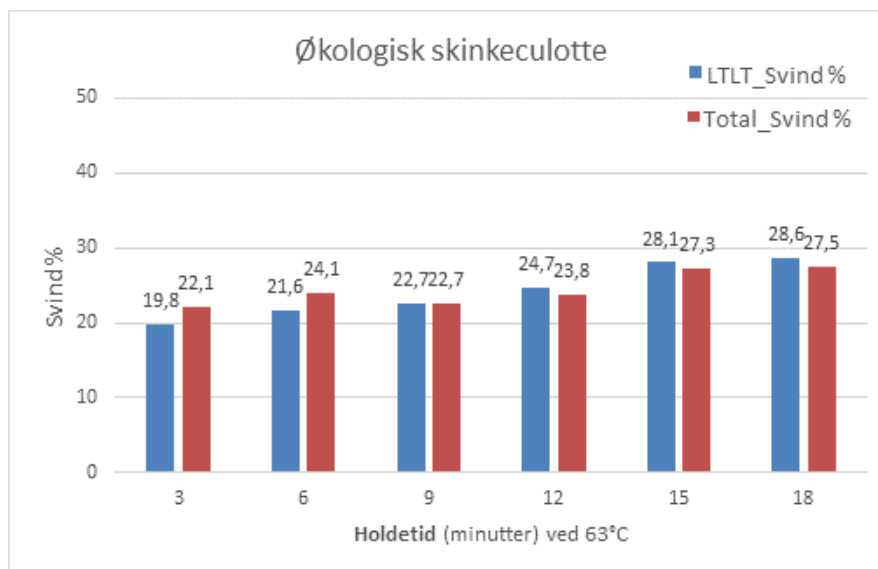
For at opvarme culottestege fra 5°C til 63°C kræves en opvarmningstid på 394 minutter svarende til ca. 6 timer 34 minutter (tabel 3). Under opvarmningen sker et varmedrab på 30,2 log af *L. monocytogenes*, og da der kun kræves 4 log reduktion, før produktet betragtes som sikkert, kræves ingen yderligere holdetid for at sikre et tilstrækkeligt varmedrab.

Der er i dette tilfælde ingen grund til at bruge de generelle retningslinjer på 12 minutter ved 63°C, da varmedrabt er langt over de 4 log, der kræves.

Svind %

Kogesvind under LTLT-tilberedning af svineculotte er vist i figur 7 og er på mellem 19,8% og 28,6% afhængig af tilberedningstiden. Af hensyn til minimering af kogesvind bør holdetiden være så kort som muligt. Laveste svind opnås ved en holdetid på 3 timer, hvilket medfører et svind på 19,8%.

Når kødet opvarmes igen i forbindelse med færdigtilberedning, øges svindet ikke i nævneværdig grad (figur 7). De forskelle, der ses på LTLT-svind og totalsvind, skyldes, at de to svind er målt på forskellige kødstykker.



Figur 7. Svind ved LTLT-tilberedning af culottestege ved 63°C samt totalsvind efter LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning (63°C i 300 min).

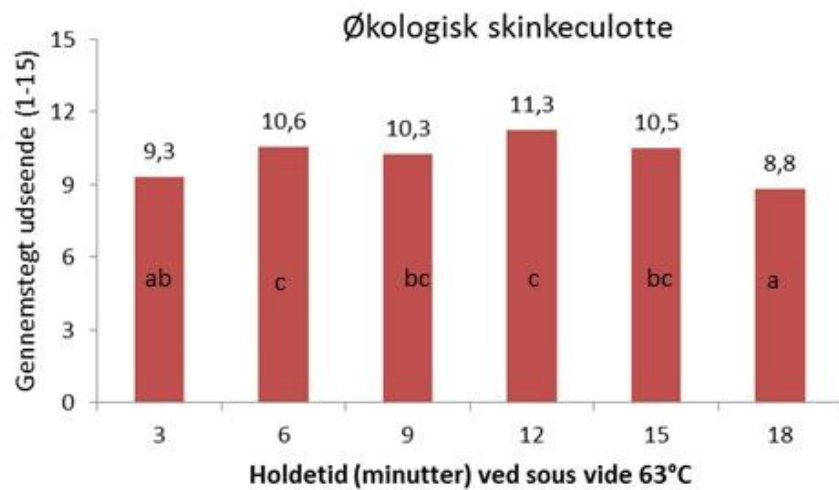
Spisekvalitet

Den sensoriske bedømmelse blev udført af utrænede dommere med 3 gentagelser per behandling. Kødet blev bedømt efter LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning. Af tabel 6 er vist LSMEANS for de sensoriske egenskaber, hvor det fremgår, at både udseende, smag, saftighed og tekstur påvirkes af holdetiden under LTLT-tilberedning ved 63°C.

Tabel 6. Intensitet af sensoriske egenskaber af culottestege afhængig af holdetid, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

Holdetid	3 t	6 t	9 t	12 t	15 t	18 t	p
Gennemstegt	9,3 ^{ab}	10,6 ^c	10,3 ^{bc}	11,3 ^c	10,5 ^{bc}	8,8 ^a	0,0010
Kødsmag	9,0 ^{ab}	9,0 ^{ab}	9,1 ^{ab}	8,4 ^a	8,5 ^a	9,7 ^b	0,0150
Metalsmag	3,8	4,3	4,3	4,3	3,8	3,4	0,1154
Saftighed	5,7 ^c	5,0 ^{bc}	5,0 ^{bc}	3,9 ^a	4,9 ^b	5,3 ^{bc}	0,0014
Mørhed	11,5	11,4	11,9	11,6	11,8	11,6	0,7974
Smuldrende	7,7 ^a	8,5 ^{ab}	8,8 ^b	8,6 ^b	8,9 ^b	8,9 ^b	0,0490

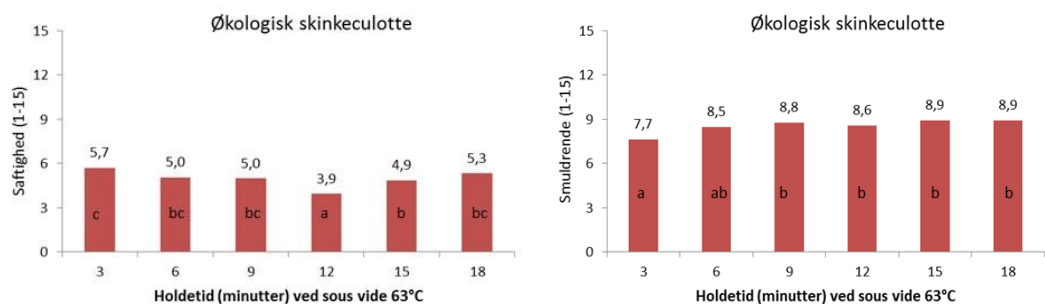
I figur 8 ses, at gennemstegt udseende i centrum af kødet generelt intensiveres, når holdetiden øges. Niveauerne er dog noget svingende for de 6 behandlinger, hvilket skyldes dyr-til-dyr-variation mellem produkterne. Under grafen er vist eksempler på, hvordan udseendet ændres, når holdetiden øges fra 3 til 15 timer, hvor stukturen er fin og sammenhængende efter 3 timer, mens den ser mere og mere opløst ud ved længere tids varmebehandling.



Figur 8. Intensitet af gennemstegt udseende af culotter afhængig af holdetid (n=27).

Som vist i tabel 6 påvirkes mørheden ikke af holdetid fra 3 til 18 timer, men niveauet er højt uanset behandling. Dette betyder, at optimal mørhed er opnået inden for 3 timers holdetid, og det giver for denne parameter ikke mening at fortsætte mørningsprocessen yderligere.

Af figur 9 ses, hvordan saftighed og smuldrende tekstur påvirkes af holdetiden, hvor det ses, at kortest mulige holdetid giver maksimal saftighed og mindre smuldrende struktur.



Figur 9. Intensitet af saftighed og smuldrende tekstur af LTLT-culottesteg afhængig af holdetid ved 63°C (n=27).

Af hensyn til fødevarerikkerhed er det langt fra nødvendigt at anvende holdetid, da culottestegene er sikre allerede efter opvarmning. Af hensyn til procesoptimering og ressourceminimering anbefales at anvende så kort tilberedningstid som mulig, hvilket ikke kan afvises også at øge kvaliteten yderligere.

Alternativt kan anvendes LTLT-tilberedning ved 58°C i 72 minutter, da der ikke er behov for mørning i det forventede omfang. Dette vil sandsynligvis reducere kogesvindet yderligere og gøre kødet mere saftigt og farven mere rosa.

Konklusion

Ved produktion af økologiske culottestege som LTLT-halvfabrikata ved 63°C er det ikke nødvendigt med holdetid, da der er opnået 30,2 log reduktion på *L. monocytogenes* under opvarmning fra 5°C til 63°C.

For at optimere kogesvind, udseende, saftighed og tekstur bør kogeprocessen være så kortvarig som muligt, da mørheden ikke øges yderligere fra 3-18 timers varmebehandling.

Ved sous vide-tilberedning af økologiske culottestege ved 63°C anbefales så kortvarig tilberedning som mulig. Derved opnås bedst mulig kvalitet og det største udbytte. Optimal holdetid for culottestege tilberedt ved 63°C er 0 minutter.

	Temperatur (Tc)	Opvarmning (tid til Tc)	Holdetid Minimum	Holdetid Anbefalet
Proces	63°C	394 min (6h 34 min)	Specifik: 0 min Generel: 12 min	0 min
Værdi	20% svind	Mørhed er upåvirket af holdetid, da optimal mørhed er opnået under den meget lange opvarmning og de første 3 timers holdetid. Alternativt kan LTLT-tilberedningen foretages ved 58°C i 72 minutter, hvilket sandsynligvis vil øge både udbytte og saftighed.		

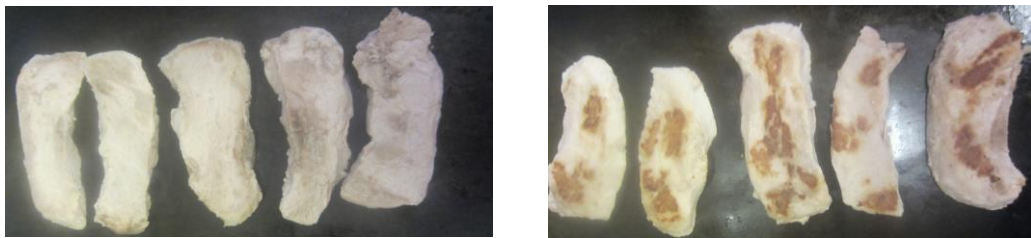
Produkt 4. Økologiske schnitzler

Formål

At optimere mørhed og saftighed af økologiske LTLT-skinneschnitzler (inderlår) til foodservice.

Det er tidligere vist, at det er muligt at reducere kogesvindet betydeligt ved at sænke tilberedningstemperaturen fra 75°C til 58-63°C. Det er desuden vist, at det er muligt at mørne svinekød ved både 58°C og 63°C, men at tilberedning ved 63°C kan forkorte opvarmningstiden og mørningsprocessen for særlig bindevævsholdige kødtyper. Det er i imidlertid uvist, hvilken tilberedningstid der er den mest optimale ved LTLT-tilberedning af schnitzler som halvfabrikata, hvor kødet efter tilberedningen skal køles, lagres, opvarmes og brunes af, inden det er klar til servering. Af hensyn til mørning og farve er det valgt at anvende 63°C i disse forsøg.

For at undersøge den optimale tilberedningstid ved 63°C blev 15 inderlår uden kappe skåret i seks skiver á 1,5 cm tykkelse. Schnitzlerne blev fordelt således, at hver sous videpose indeholdt 5 schnitzler fra forskellige grise og skivenumre. Alle poser blev LTLT-tilberedt ved 63°C i henholdsvis 3, 6, 9, 12, 15 og 18 timer. Efter opvarmning blev kødet kølet i koldt vand og lagret ved 2°C. På analysedagen blev kødet opvarmet fra 2°C til 63°C i 60 minutter, hvorefter vakuumposen blev brudt, schnitzlerne blev brunet på en pande i 2 minutter på hver side ved 180°C og serveret for dommerne på forvarmede tallerkener. Udseende før og efter bruning er vist i figur 10.



Figur 10. Udseende af opvarmede LTLT-schnitzler før og efter bruning

Varmedrab af *L. monocytogenes*

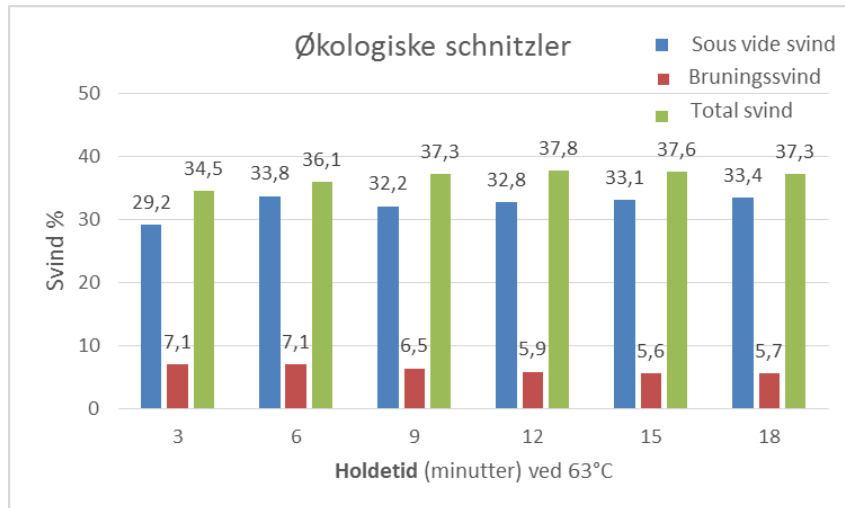
For at opvarme schnitzler fra 5°C til 63°C kræves en opvarmningstid på ca. 97 minutter (tabel 3). Under opvarmningen sker et varmedrab på 5,6 log af *L. monocytogenes*, og da der kræves 4 log reduktion, før produktet betragtes som sikkert, kræves ingen holdetid for at sikre et tilstrækkeligt varmedrab.

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 på 63°C i mindst 12 minutter.

Svind %

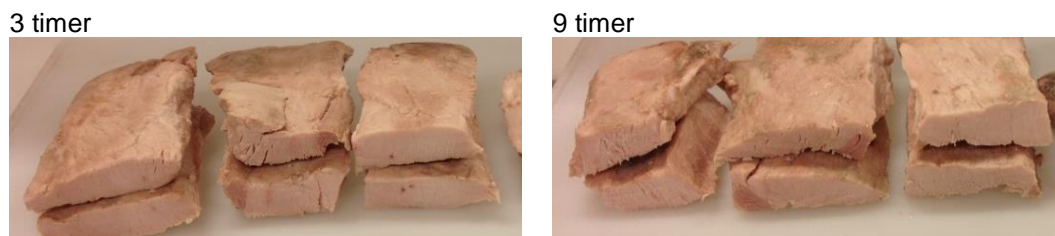
Kogesvind under LTLT-tilberedning af schnitzler er vist i figur 11. Svindet er meget højt for LTLT-tilberedningen, idet kogesvindet alene er mellem 29,2% og 33,8%. For at optimere kogesvindet bør holdetiden være så kortvarig som muligt, da svindet stiger 3-4%, når holdetiden øges fra 3 til 6 timer eller derover.

Når kødet opvarmes igen i forbindelse med servering, stiger det samlede svind (LTLT + opvarmning) til ca. 34,5% for schnitzler tilberedt 3 timer og til mellem 36,1% og 37,8% for schnitzler tilberedt 6 timer eller derover. Ønskes en brunet overflade, vil en pandestegning betyde et yderligere svind på ca. 6-7% (figur 11).



Figur 11. Svind ved LTLT-tilberedning af schnitzler ved 63°C samt totalsvind ved LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning (63°C i 60 minutter).

I figur 12 er vist udseende af LTLT-schnitzler tilberedt ved 63°C i 3 og 9 timer. Det er tydeligt, at kødet i begge tilfælde skiller, hvilket tyder på, at varmebehandlingen har været for hård og resulteret i en alt for effektiv mørningsproces.



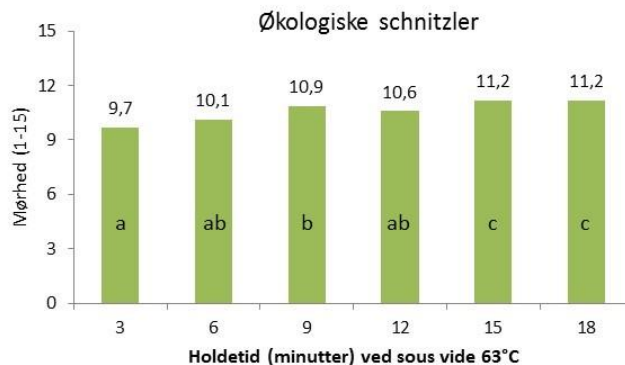
Figur 12. Udseende af schnitzler tilberedt ved 63°C i henholdsvis 3 og 9 timer (før opvarmning og brunning).

Spisekvalitet Den sensoriske bedømmelse blev udført af utrænede dommere med 3 gentagelser per behandling. Kødet blev bedømt efter LTLT-tilberedning, lagring og opvarmning. Af tabel 7 ses, at alle behandlinger resulterer i schnitzler med en ringe spisekvalitet, idet de karakteriseres ved et gennemstegt udseende, lav saftighed og smuldrende tekstur.

Tabel 7. Intensitet af sensoriske egenskaber af skinkeschnitzler afhængig af holdetid, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

Holdetid	3	6	9	12	15	18	p
Gennemstegt	11,9	12,3	12,6	12,5	12,5	12,3	0,1839
Kødsmag	9,0	9,5	9,2	8,3	9,3	9,3	0,1167
Metalsmag	4,4	4,0	4,3	4,2	4,1	3,7	0,6249
Saftighed	3,5	3,6	2,7	3,2	3,0	3,4	0,1087
Mørhed	9,7 ^a	10,1 ^{ab}	10,9 ^b	10,6 ^{ab}	11,2 ^c	11,2 ^c	0,0238
Smuldrende	8,7 ^a	8,8 ^a	9,9 ^b	9,5 ^{ab}	9,7 ^{ab}	9,9 ^b	0,0652

LTLT-holdetiden påvirker hverken udseende eller smag, men af figur 12 ses, hvordan mørheden øges, når holdetiden øges fra 3 til 9 timer.



Figur 12. Mørhed af LTLT-schnitzler afhængig af holdetid, bedømt på en ustruktureret skala fra 1-15 gående fra lidt til meget (n=27).

Generelt blev spisekvaliteten meget ringe ved LTLT-tilberedning af schnitzler ved 63°C. Derfor anbefales det i stedet at tilberede schnitzler ved 58°C i 72 minutter, da der ikke er behov for mørning i det forventede omfang. En sænkning af tilberedningstemperaturen vil ydermere reducere kogesvindet og gøre kødet mere saftigt.

Konklusion

Ved produktion af økologiske skinkeschnitzler som LTLT-halvfabrikata ved 63°C er det ikke nødvendigt med holdetid, da der opnås 5,6 log reduktion på *L. monocytogenes* under opvarmning fra 5°C-63°C. Ved 63°C anbefales så kortvarig tilberedning som mulig, da kogesvindet generelt er meget højt (over 30%) og spisekvaliteten lav.

For optimal LTLT-tilberedning anbefales i stedet at tilberede schnitzler ved 58°C i 72 minutter, da mørning ikke er påkrævet i det forventede omfang. En lavere tilberedningstemperatur vil desuden betyde et større udbytte og mere saftigt kød.

	Temperatur (Tc)	Opvarmning (tid til Tc)	Holdetid Minimum	Holdetid Anbefalet
Proces	58°C	97 min	Generel: 72 min	72 min
Værdi	Ca. 20% svind	Kødet var tørt og smuldrende. Derfor anbefales at anvende 58°C i 72 min, der er de generelle retningslinjer for sikker tilberedning.		

Retningslinjer

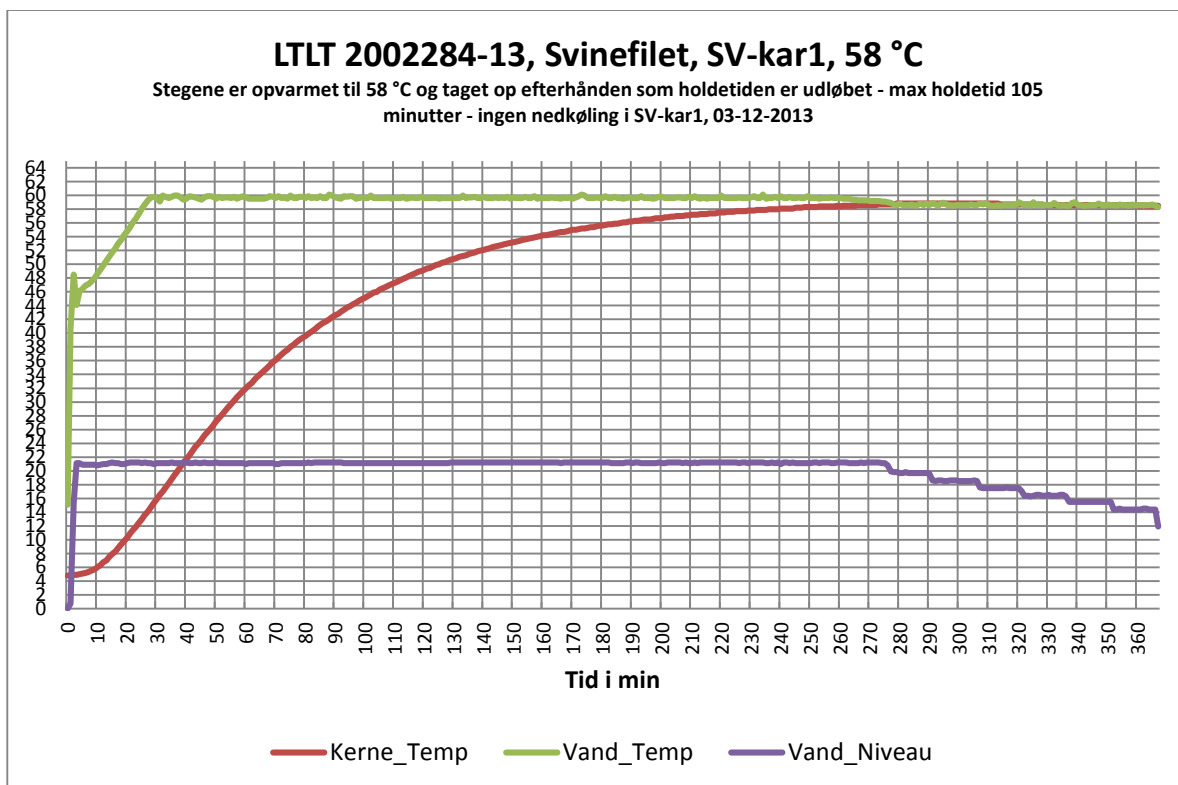
I følgende retningslinjer angives optimal LTLT-tilberedning af økologisk svinefilet, krebinetter, culotte (yderlår) og schnitzler (inderlår). Temperaturen, T_c , angiver procestemperaturen i karret og den ønskede centrumstemperatur i kødet. Holdetiden angiver den tid, centrumstemperaturen skal fastholdes for at opnå et sikkert produkt med optimal kvalitet og udbytte. Merværdien er et estimat, der angiver 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 udskæringer ca. 25% og for pålæg ca. 20%. Den konkrete værdi vil afhænge af produktets salgspris. Hvis en LTLT-svinefilet fx sælges til 150 kr./kg vil der blive en fortjeneste på 30 kr./kg færdigvare sammenlignet med en filet tilberedt på traditionel vis.

Tabel 8. Retningslinjer for LTLT-tilberedning af økologisk svinefilet, krebinetter, culotte (yderlår) og schnitzler (inderlår).

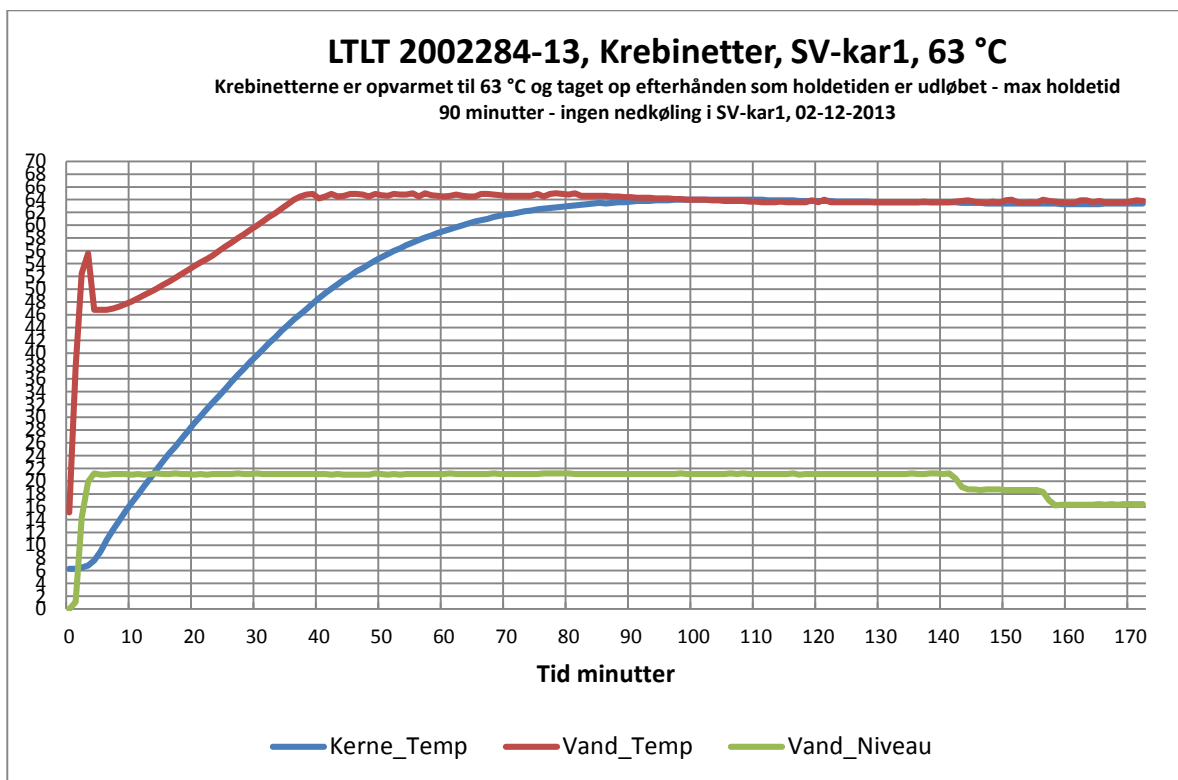
Halvfabrikata	Temperatur T_c	Anbefalet holdetid	Svind	Estimeret merværdi
Svinefilet	58°C	30 min	11%	+20%
Krebinetter 9-15% fedt	63°C	12 min	20%	+5%
Svineculotte	63°C	0 min	20%	+10%
Schnitzler	58°C	72 min	≈ 20%	+5%

Tabel 1. Råvaredata for muskler anvendt til forsøg med svinefilet (kam), culotte (yderlår) og schnitzler (inderlår).

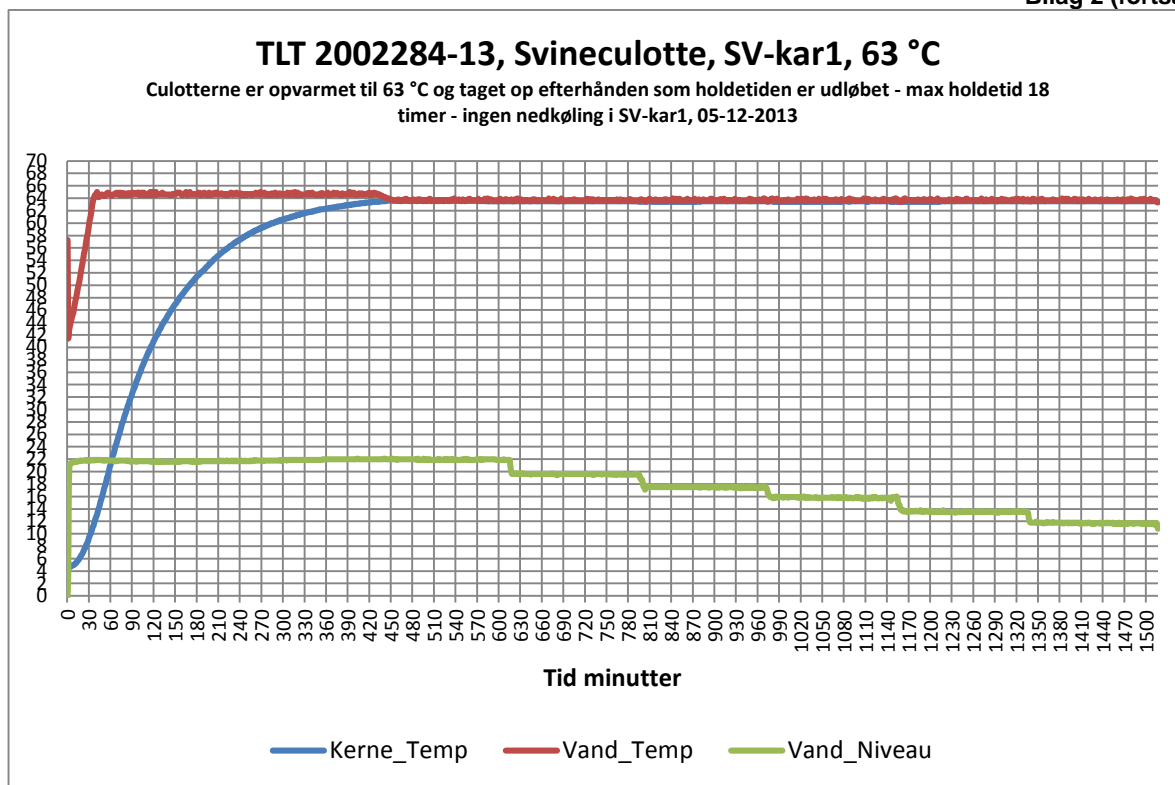
Gris	ID	Leverandør (kode)	Vægt (afregning)	Kød %	pH (kam)	pH (inderlår)	pH (yderlår)
1	6626	66	80,5	60,7	5,58	5,62	5,61
2	11355	66	80,1	59,7	5,64	5,67	5,67
3	13253	66	83,8	59	5,57	5,67	5,59
4	11326	66	86,2	57,2	5,56	5,67	5,62
5	9423	66	82,7	55,3	5,66	5,60	5,62
6	8966	66	85,2	60,7	5,57	5,57	5,64
7	15497	66	85,7	55,7	5,59	5,57	5,62
8	8508	66	80,1	56,1	5,57	5,67	5,67
9	11706	66	80,1	61,5	5,57	5,62	5,63
10	12517	66	85,1	56,2		5,66	5,57
11	13363	66	88,8	58,7		5,61	5,60
12	14405	66	85,7	61,4		5,67	5,70
13	9942	66	85,5	58,9		5,61	5,57
14	12894	66	85,8	52,4		5,79	
15	8866	66	80,3	55,1		5,71	
16	14917	66	83,4	57,5		5,88	
17	4109	66	86,8	58,7		5,45	
18	9857	66	87,0	63,9		5,52	
19	13368	66	82,7	58,6		5,5	
20	4332	66	86,1	63,5		5,54	
21	14997	66	82,7	62,1		5,55	



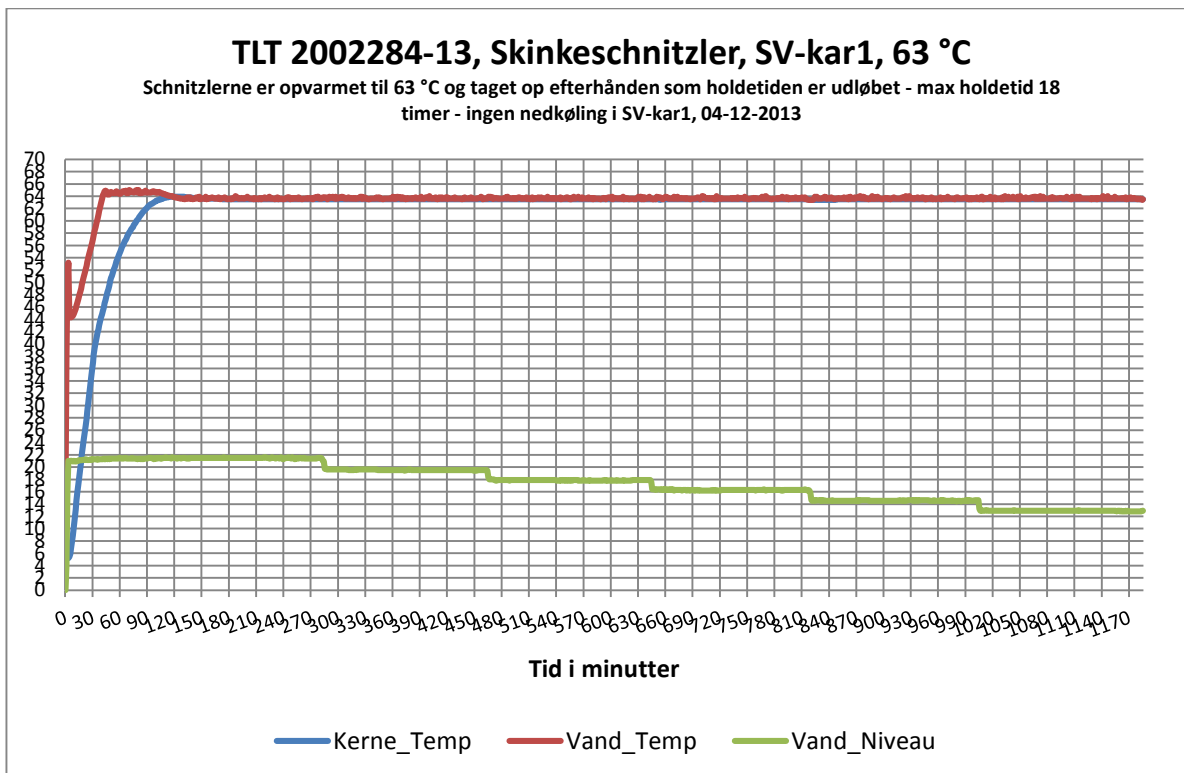
Figur 1. Opvarmningskurve for svinefilet, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse = grader celsius (°C)



Figur 2. Opvarmningskurve for krebinetter, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse = grader celsius (°C)



Figur 3. Opvarmningskurve for culottestege af yderlår, hvor X-akse = tid (minutter) og Y-akse grader celsius (°C)



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