



Rapport

Optimeret produktion af forædlede kødprodukter

8. marts 2016
Proj.nr. 2002983
Version 1
LNG/MT

Varmebehandling af hamburgerryg til lavere kernetemperatur mhp. at reducere svind og procestid samt forbedre produktkvalitet

Af Lise Nersting og Hauke Hemmsen

- Formål* At undersøge om varmebehandling af hamburgerryg til lavere kerntemperatur (KT) – hhv. 65°C/5 min og 70°C/30 sek. – kan reducere svind og tidsforbrug samt forbedre kvaliteten.
- Baggrund* Ved varmebehandling af hamburgerryg sker der ofte en overvarmebehandling, hvor produkterne opnår en højere KT i længere tid end de ønskede 75°C eller 72°C/2min. Ved at anvende kogning til en lavere KT vurderes det, at svind og procestid kan reduceres. Samtidig forventes det, at der kan opnås en bedre og mere ensartet kvalitet, hvilket kan øge sliceudbyttet.
- Konklusion* Varmebehandling til lavere KT gav en markant reduktion af svindet på i gns. 2,2% ved 65°C og 1,4% ved 70°C i forhold til varmebehandling ved 75°C. Variationen på svindet (std.afv.) var samtidig markant lavere ved lavere KT, hvilket sandsynligvis resulterer i mere ensartede produkter.
- KT på 65°C og 70°C gav markant pænere og mere ensartede, saftige produkter med en fast tekstur. Produkterne ved 75°C var mere blege, uensartede og tørre med en mere trevlet blød tekstur (virksomhedsbedømmelser). Det akkrediterede sensoriske panel vurderede, at produkterne ved 65°C og 70°C var signifikant mere saftige end ved 75°C, der gav signifikant mere smuldrende produkter. 65°C gav signifikant mere elastiske produkter, hvilket sandsynligvis kan forbedre sliceabilitet.
- Procestiden for opvarmning inkl. holdetid kunne reduceres med ca. 30 minutter ved 65°C og 16 minutter ved 70°C. Samtidig vil nedkølingstiden fra hhv. 65°C og 70°C være kortere end fra 75°C. Holdetiderne ved 65°C, 70°C og 75°C var længere end de fastsatte holdetider, da det ikke var muligt at køle kernen så hurtigt. Dette bør indregnes, når tids- og temperaturkombinationer for varmebehandling skal fastlægges.

Cost benefit

Reduktion af kogesvindet ved varmebehandling til lavere KT

- i gns. 2,2% ved 65°C
- i gns. 1,41% ved 70°C
- mere ensartet kogesvind

Tidsbesparelse ved at varmebehandle til lavere KT

- i gns. 30 minutter ved 65°C
- i gns. 16 minutter ved 70°C.
- + tidsbesparelse under nedkøling fra lavere KT

Forbedret sensorisk kvalitet ved 65°C og 70°C

- mere ensartede, pænere produkter
- mere elastisk og fast tekstur
- saftigere produkter

Sliceabilitet

Den mere elastiske og faste tekstur kombineret med et mere ensartet produkt vil sandsynligvis give en bedre sliceabilitet med større udbytte.

Miljøforbedringer

Der vil være en energibesparelse ved at opvarme til lavere temperatur og en vandbesparelse, når der køles ned fra lavere temperaturer. Mindre svind og spild vil give en forbedring af CO₂-regnskabet.

Princip

Der blev udført 3 sammenlignende forsøg med varmebehandling til en KT på hhv. 65°C/5 min, 70°C/30 sek., 75°C/5 sek. og 78°C/5 sek. Varmebehandling til 78°C blev medtaget som et udtryk for overvarmebehandling og blev kun udført i første forsøg.

For at holde så mange parametre så ens som muligt blev alle forsøg foretaget i samme kogeskab. I de første 2 forsøg blev alle hamburgerrygge tumblet samtidig i 3 tumblere, og efterfølgende blev hamburgerryggene fra de 3 tumblere udtaget tilfældigt til de enkelte serier (65°C, 70°C, 75°C og 78°C). Det betød, at hamburgerryggene til de forsøg, der blev kørt til sidst på dagen, lå længere i tumblerne og/eller tarmen end dem, der blev kørt først på dagen. I forsøg 1 var rækkefølgen: 75°C, 78°C, 70°C og 65°C og i andet forsøg: 65°C, 70°C og 75°C. I sidste forsøg blev de 3 serier (65°C/5 min, 70°C/30 sek., 75°C/5 sek.) startet forskudt i hver sin tumbler for at undgå ventetiden mellem dræning og varmebehandling.

Valg af varmebehandlingsprofiler De testede temperatur- og tidskombinationer er fundet ud fra beregning af ækvivalent varmebehandling til 75°C i kernen. I tabellen er indsat ækvivalentberegninger for varmebehandlinger til en kernetemperatur på 75°C i hhv. 5, 10, 20 og 30 sek. Som z-værdi er benyttet 5. I samarbejde med Tulip blev der udvalgt følgende varmebehandlinger: 65°C/5 min og 70°C/30 sek., der ækvivalerer med 75°C/5 sek. Derudover er medtaget monumental opvarmning til 78°C.

75°C/5 sek.	75°C/10 sek.	75°C/20 sek.	75°C/30 sek. ~ 72°C/2 min	Anbefalinger fra DMRI Hakket kød og marineret kød
58°C/126 min	58°C/378 min	58°C/628 min	58°C/1131 min	58°C/76 min
63°C/13 min	63°C/38 min	63°C/63 min	63°C/88 min	63°C/12 min
65°C/5 min	65°C/15 min	65°C/25 min	65°C/45 min	65°C/6 min
67°C/2 min	67°C/6 min	67°C/10 min	67°C/18 min	
68°C/2min	68°C/4 min	68°C/7 min	68°C/12 min	
70°C/30 sek.	70°C/90 sek.	70°C/150 sek.	70°C/4,5 min	70°C/1min

Råvarer Kamfilet, udsækning 1660 uden ben.

Serier

1. Reference kogt til kernetemperatur på 75°C
2. Kogt til kernetemperatur på 78°C*
3. Kogt til kernetemperatur på 65°C holdetid i 5 minutter
4. Kogt til kernetemperatur på 70°C holdetid i 30 sekunder

*: 78°C kun medtaget i første forsøg.

Der blev anvendt 12 kamme pr. serie.

<i>Forsøg</i> 1	Serie 1, 2, 3, 4
Forsøg 2	Serie 1, 3, 4
Forsøg 3	Serie 1, 3, 4

<i>Recept – hamburgerryg</i>	% i færdigvare	% i lagen
Kød	76,92	
Vand	18,53	80,28
Vakuumsalt	1,30	5,63
Nitritsalt 0,6%	0,90	3,90
C 346i Fosfat	0,30	1,30
Dextrose	2,00	8,67
Ascorbat E301	0,05	0,22
Sum	100,00	100,00

Proces Kammene blev multistiksprøjtet a 2 gange til en tilvækst på 30%. Kammene blev tumblet i 90 min. ved 4 RPM, med 88% vakuum og med dræning til efterfølgende dag. Detaljeret procesdiagram findes i bilag 1.

Kammene blev i forsøg 1 og 2 valgt tilfældigt til de enkelte serier fra de 3 tumblere, så eventuelle usikkerheder fra tumbling blev minimeret. I forsøg 3 kørte de 3 serier enkeltvis i hver sin tumbler, der blev startet forskudt, så alle fremstillingsprocesser kunne foretages uden pauser.

Hamburgerryggene blev stoppet i 85 mm perforeret fasertarm og ophængt med 5 stk. per stok.

<i>Røge-/koge- proces</i>	Kogeskabet blev i alle serier først indstillet til 80°C. Når temperaturen i ker- nen var 10°C under den ønskede kernetemperatur i serie 3 (65°C) og serie 4 (70°C), blev temperaturen i kogeskabet indstillet til hhv. 68°C og 73°C. I se- rie 1 og 2 (75°C og 78°C) blev kogeskabet slukket, og køling blev påbegyndt, så snart kernetemperaturen var opnået. Kernetemperatur blev fulgt i en ham- burgerryg per serie per forsøg. Røge-/køleprocessen er beskrevet i bilag 2.
<i>Svind</i>	Svind efter hhv. køling og efter opbevaring 1 døgn i kølerum ved 2°C blev re- gistreret.
<i>Lagring</i>	Hamburgerryggene blev vakuumpakket og opbevaret ved 2°C indtil sensorisk bedømmelse.
<i>Sensorisk be- dømmelse</i>	Der blev udført sensoriske bedømmelser af de deltagende virksomheder, in- ternt på DMRI samt af et akkrediteret sensorisk panel bestående af 8 dom- mere.

Forsøg 2-3

Internt blev serierne bedømt af fire dommere fra DMRI ved blindtest, hvor
forskelle i tekstur blev beskrevet.

Forsøg 1

En virksomhed vurderede prøverne som blindtest for væsentlige forskelle i
tekstur.

Forsøg 3

Serierne blev bedømt på et følgegruppemøde (3 deltagere fra virksomhederne
og 3 deltagere fra DMRI). Panelet blev bedt om at rangere serierne fra 1-3 (1
= bedst) som en blindtest og samtidig vurdere produkterne, især i forhold til
tekstur.

DMRI's akkrediterede sensoriske panel bedømte konsistens af hamburgerryg-
gene kogt til hhv. 65°C, 70°C og 75°C. Først blev dommerne trænet i yder-
punkterne 65°C og 75°C, og der blev fastlagt følgende ordsæt, der blev an-
vendt til bedømmelsen: fasthed, saftighed, gummiagtig, mørhed, smuldrende
og tyggetid. Alle parametre blev bedømt på en skala fra 1-15 gående fra lav
til høj intensitet.

Resultater

Tilvækst

Tilvækst efter tumbling lå i gennemsnit fra 27,5-30,6%, hvilket er acceptabelt.

Starttemperaturer og T_{max} i kammene

Starttemperaturerne i produkterne lå generelt fra 3-6°C på nær i forsøg 1, hvor starttemperaturen lå relativt højt i serierne 65°C, 70°C og 78°C. Det skyldes, at der var problemer med at holde en lav temperatur i Pilot Plant på det pågældende tidspunkt i juli måned. Generelt lå den maksimale temperatur, produkterne opnåede i kernen, fra 0,5-2,1°C over de ønskede KT. I tabel 1 ses alle målingerne.

Tabel 1. Kernetemperatur ved start af processen samt Tmax ved hhv. 65, 70, 75 og 78°C i forsøg 1, 2 og 3. Temperaturen er målt i en hamburgerryg/serie/forsøg.

		°C		
Serie		Forsøg 1	Forsøg 2	Forsøg 3
75°C	Tmax	75,71	75,85	75,9
	start	5,57	5,95	4,29
70°C	Tmax	72,1	70,49	70,65
	start	11,18	6,26	4,08
65°C	Tmax	66,79	66,14	66,75
	start	9,72	3,06	4,75
78°C	Tmax	78,41		
	start	8,17		

Procestider

Alle procestider er angivet i tabel 2. Målingerne viser, at ved opvarmning til en kernetemperatur på 65°C/5 min kan der i gennemsnit spares 30 min på opvarmningen inkl. holdetid, og ved 70°C/30 sek. kan der spares 16 minutter. Vamebehandling til 78°C tog 33 min mere end opvarmning til 75°C. De kortere opvarmningstider for 65°C og 70°C i første forsøg skyldes, at kernetemperaturen i kødet fra start var højere end i de efterfølgende to forsøg jf. tabel 2.

Tabel 2. Procestider for opvarmning inklusiv holdetid og tidsbesparelse i forhold til opvarmning til en kerntemperatur på 75°C.

Temp.	Proces/tid	Minutter			
		Forsøg 1	Forsøg 2	Forsøg 3	Gennemsnit
75°C	Opvarmning	162	163	169	165
	Holdetid v. 75°C	13	15	16	15
	Tid i alt	176	180	188	181
70°C	Opvarmning	139	150	157	149
	Holdetid v. 70°C	21	13	16	17
	Tid i alt	160	163	173	165
	Tidsbesparelse	16	17	15	16
65°C	Opvarmning	122	127	125	125
	Holdetid v. 65°C	25	21	24	23
	Tid i alt	147	148	149	148
	Tidsbesparelse	29	32	39	30
78°C	Opvarmning	200			
	Holdetid v. 78°C	14			
	Tid i alt	214			
	Ekstra tid				+33

Måling af kerntemperaturen viser, at produkterne i alle tilfælde holdes meget længere ved de angivne kerntemperaturer end planlagt. Fx er den reelle holdetid ved 65°C i gennemsnit 25 min fremfor 5 minutter jf. planen eller 15 min ved 75°C fremfor 5 sek. Det vil med de nuværende anvendte køleprocesser ikke være muligt at opnå de ønskede meget korte holdetider. Der kan derfor med fordel tages hensyn til de længere holdetider, når tids-/temperaturkombinationer for varmebehandling fastsættes. I bilag 3 findes diagrammer over de enkelte temperaturforløb i ovnen samt kerntemperatur.

På køling vil der ligeledes være en tidsbesparelse. På DMRI's anlæg tog det fra 1-2 minutter at nedkøle 1°C. Det vil sige, at der vil være en tidsbesparelse på 5-10 minutter ved 65°C, og 2,5-5 minutter ved 70°C.

Svind

Resultaterne viser, at opvarmning til lavere kerntemperatur har reduceret svindet markant fra i gennemsnit 7,61% ved 75°C til hhv. 5,41% ved 65°C og 6,20% ved 70°C jf. tabel 3. Variationen på svindet (std.afv.) var markant mindre ved kogning til lavere kerntemperatur hhv. mellem 0,34-0,63 ved 65°C og 0,51-0,69 ved 70°C i forhold til 0,82-1,75 ved 75°C. Svindet og standardafvigelse ved 78°C lå på sammen niveau som 75°C i forsøg 1.

Anova statistisk analyse viste, at den mest betydende faktor for størrelsen af svindet var den anvendte kerntemperatur ($p < 0,001$), hvor 65°C og 70°C begge gav markant lavere svind end 75°C. Herefter var den næstmest betydende faktor for svindet vægten af de enkelte hamburgerrygge, hvor hamburgerrygge med den højeste vægt havde det mindste svind ($p < 0,001$).

Kølesvindet udgjorde i gennemsnit ca. 2% i alle forsøg med en standardafvigelse på 0,11-0,25 dog i en enkelt serie 0,55. Alle resultater ses i bilag 4, delt ud på hhv. koge- og kølesvind.

Variationen i svindet mellem forsøg 1 og 2 skyldes sandsynligvis forskelle i procesforløbet. I første forsøg var rækkefølgen for kogning 75°C, 78°C, 70°C og 65°C. I andet forsøg var rækkefølgen 65°C, 70°C og 75°C. Det betød, at de serier, der blev kogt senere på dagen, lå længere tid i tarmen, således at der allerede inden kogning har været lidt svind. Dette svind er ikke medtaget i det totale svind, da hamburgerryggene blev vejet umiddelbart efter påføring af tarmen. For at undgå denne variation blev de tre temperaturer kørt som helt selvstændige processer i forsøg 3. Hver serie (65°C, 70°C og 75°C) blev igangsat forskudt i hver sin tumbler, således at påføring af tarm og kogning blev udført umiddelbart efter tumbling. I virkeligheden må det forventes, at der ofte kan opstå ventetider både mellem dræning, påsætning af tarm og inden kogning.

Tabel 3. Svind (koge- og kølesvind) samt standardafvigelser ved varmebehandlinger til hhv. 65, 70, 75 og 78°C i forsøg 1, 2 og 3 samt gennemsnitlige svind og standardafvigelse.

Temp.		65°C		70°C		75°C		78°C	
Forsøg	n	Middel i %	Std.afv.	Middel i %	Std.afv.	Middel i %	Std.afv.	Middel i %	Std.afv.
1	12	5,33	0,34	6,20	0,51	8,21	0,88	8,32	1,09
2	12	6,60	0,38	7,25	0,58	7,45	0,82		
3	12	4,30	0,63	5,16	0,69	7,18	1,75		
Gns.	36	5,41		6,20		7,61			

Sensoriske bedømmelser

Virksomhed Forsøg 1

Alle serier (65°C, 70°C og 75°C) uanset behandlingstemperatur blev vurderet til at have en god kvalitet. Produkter kogt til lavere kerntemperatur blev bedømt til at have en mere elastisk og gelet tekstur, hvilket blev vurderet til at give en bedre slicabilitet.

Internt DMRI Forsøg 2 og 3

Ved blindtest af serierne fra forsøg 2 og 3 blev teksturen ved 65°C i begge forsøg bedømt som mere "elastisk" eller gelet end 75°C, som blev bedømt som mere tør. 70°C lå midt imellem de 2 bedømmelser.

Bedømmelse på følgegruppemøde Forsøg 3

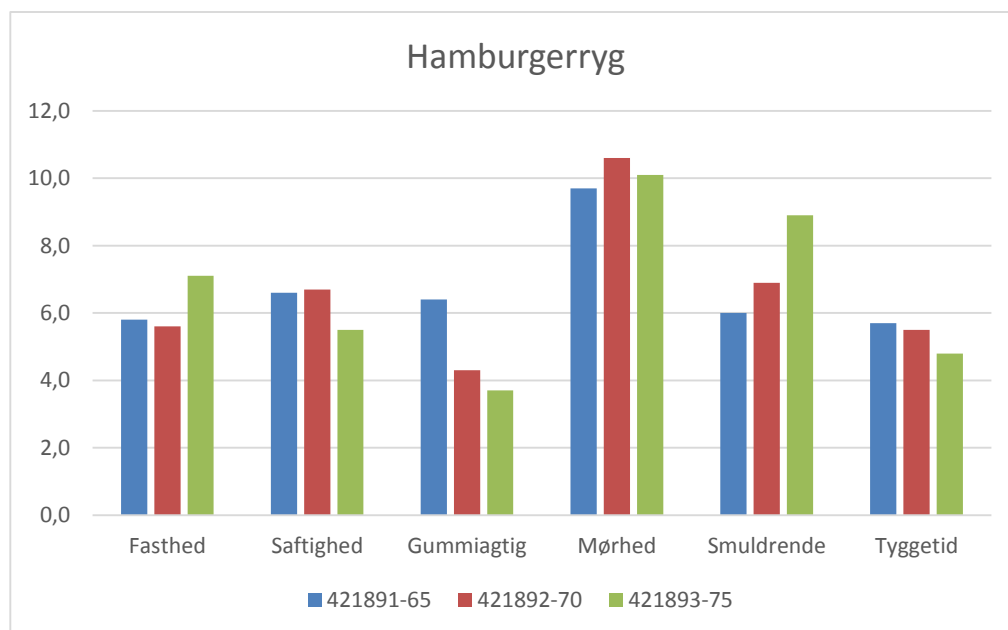
Deltagerne på følgegruppemødet (tre fra industrien og tre fra DMRI) blev bedt om at rangordne og beskrive produkterne (65°C, 70°C og 75°C) ved blindtest, især i forhold til tekstur. 70°C blev bedømt til at være bedst (gns. karakter 1,4) lige efterfulgt af 65°C (gns. karakter 1,8). 75°C blev bedømt som den ringeste (gns. karakter 2,8). Teksturen ved 75°C var markant dårligst (hullet, bleg, blød, trevlet), hvorimod 65°C og 70°C havde en god ensartet kvalitet og god fast tekstur. Generelt var forskellene mellem 65 og 70°C meget små. Alle resultater og bemærkninger ses i tabel 4.

Tabel 4. Rangordning af produkterne 65°C, 70°C og 75°C (1 bedst, 3 dårligst) samt bemærkninger. Udført som blindtest af 6 deltagere på følgegruppemøde.

	Rangorden	Karakter gns	Vurdering /bemærkninger
65°C	2	1,8	Mest ensartet, god fast/hård tekstur, bedst bid og tyggekonsistens, for fast
70°C	1	1,4	God ensartet tekstur, tekstur midt imellem de 2 andre prøver, blød og saftig
75°C	3	2,8	Hullet, bleg, skiller ad, trevler, mindre pænt udseende end de 2 øvrige prøver, blødere tekstur, tør

*Akkrediteret panel
Forsøg 3*

Det akkrediterede sensoriske panel vurderede, at produkterne varmebehandlet ved 65°C var signifikant mere gummiagtige/elastiske ($p < 0,001$) end ved 70/75°C. Endvidere gav 65°C og 70°C signifikant mere saftige produkter end 75°C ($p < 0,001$). Produkter varmebehandlet ved 75°C var signifikant mere smuldrende ($p < 0,05$) end 65°C og 70°C. Bedømmelserne stemmer overens med de øvrige sensoriske bedømmelser, hvor produkter ved 65°C blev bedømt til at være mere "elastiske" og gelet. Den mere gummiagtige elastiske tekstur vil muligvis kunne forbedre sliceudbyttet. Alle resultater ses i figur 1.



Figur 1. Sensorisk bedømmelse af tekstur i forsøg 2 og 3 af et akkrediteret sensorisk panel på 8 dommere. Signifikans: ***: $p < 0,001$; *: $p < 0,05$; (*): $p < 0,10$; NS: $P > 0,10$

Konklusion

Varmebehandling til lavere KT gav en markant reduktion af svindet på i gns. 2,2% ved 65°C og 1,4% ved 70°C i forhold til varmebehandling ved 75°C. Variationen på svindet (std.afv.) var samtidig markant lavere ved lavere KT, hvilket sandsynligvis resulterer i mere ensartede produkter.

KT på 65°C og 70°C gav markant pænere og mere ensartede, saftige produkter med en fast tekstur. Produkterne ved 75°C var mere blege, uensartede og tørre med en mere trevlet blød tekstur (virksomhedsbedømmelser). Det akkrediterede sensoriske panel vurderede, at produkterne ved 65°C og 70°C var signifikant mere saftige end ved 75°C, der gav signifikant mere smuldrende produkter. 65°C gav signifikant mere elastiske produkter, hvilket sandsynligvis kan forbedre sliceabilitet.

Procestiden for opvarmning inkl. holdetid kunne reduceres med ca. 30 minutter ved 65°C og 16 minutter ved 70°C. Samtidig vil nedkølingstiden fra hhv. 65°C og 70°C være kortere end fra 75°C. Holdetiderne ved 65°C, 70°C og 75°C var længere end de fastsatte holdetider, da det ikke var muligt at køle kernen så hurtigt. Dette bør indregnes, når tids- og temperaturkombinationer for varmebehandling skal fastlægges.



Tumbling

Total tid i min	240
Arbejde i min	90
Pause i min	0
RMP	4
Vakuum	88%

Tørre-/røgeproces

	°C	RF	Tid i min
Tørring	65		25
Røg	65	45	17
Kogning	Se serie		
Nedkøling	0		30

Program røgeovn

Serie 1	Temperatur °C	RF	KT	Tid i min	Holdetid i min
Tørring	65	0		25	
Røg	65	45		17	
Kogning	80		75		0
Nedkøling				30	

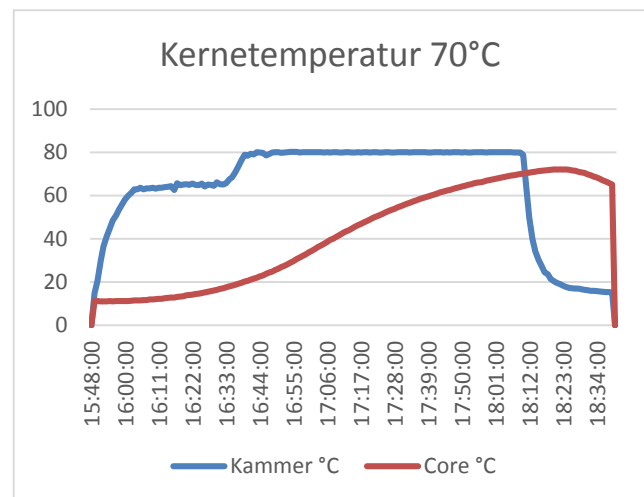
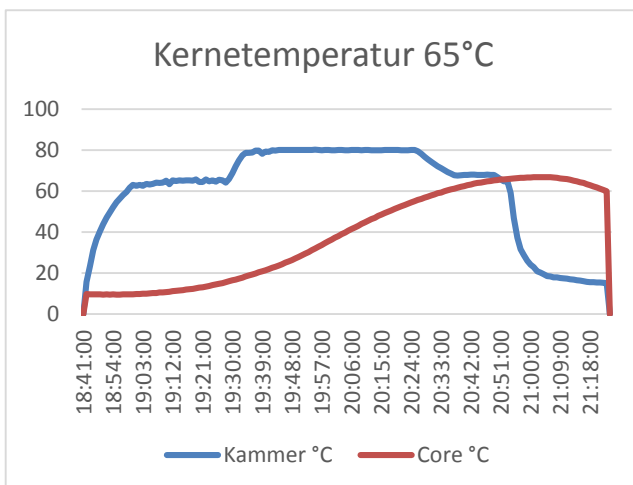
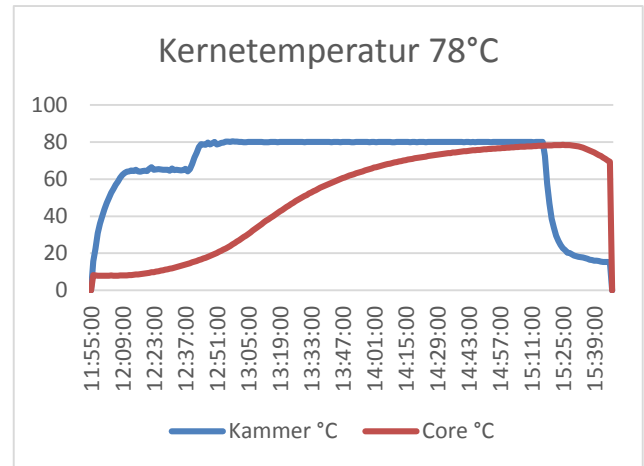
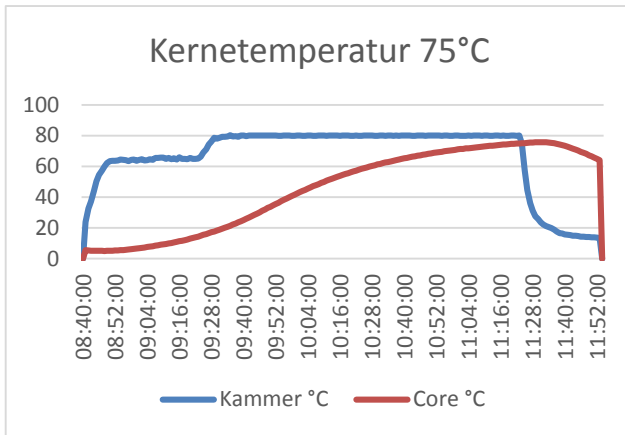
Serie 2	Temperatur °C	RF	KT	Tid i min	Holdetid i min
Tørring	65	0		25	
Røg	65	45		17	
Kogning	80		78		0
Nedkøling				30	

Serie 3	Temperatur °C	RF	KT	Tid i min	Holdetid i min
Tørring	65	0		25	
Røg	65	45		17	
Kogning	80		55		
Kogning	68		65		
Kogning	65				5
Nedkøling	0			30	

Serie 4	Temperatur °C	RF	KT	Tid i min	Holdetid i min
Tørring	65	0		25	
Røg	65	45		17	
Kogning	80		60		
Kogning	73		70		
Kogning	70				30 sek
Nedkøling	0			30	

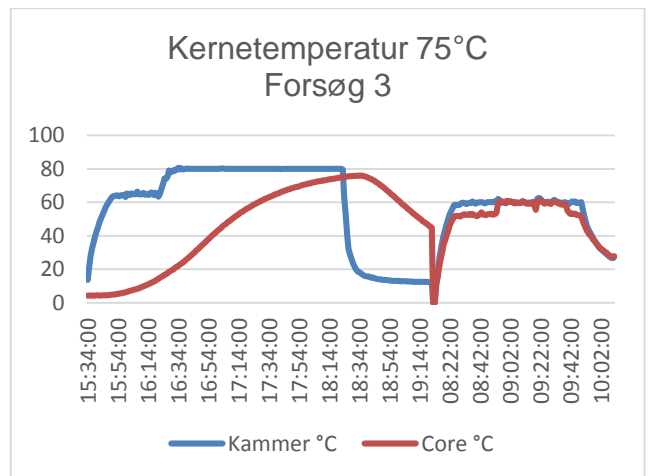
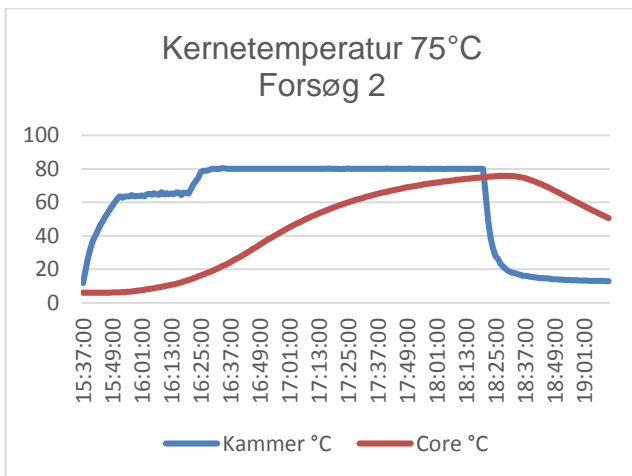
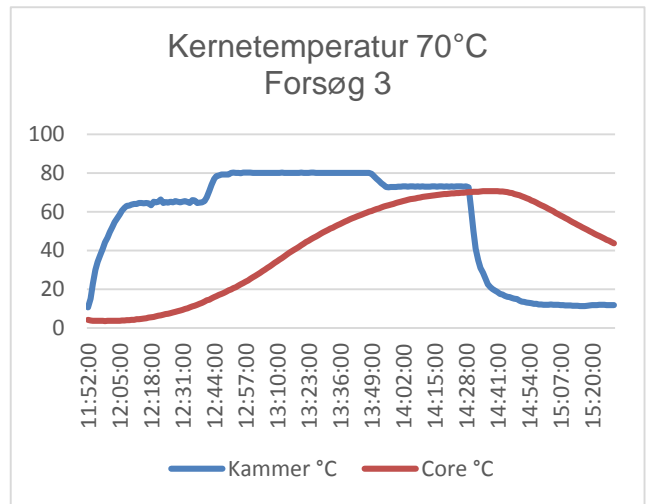
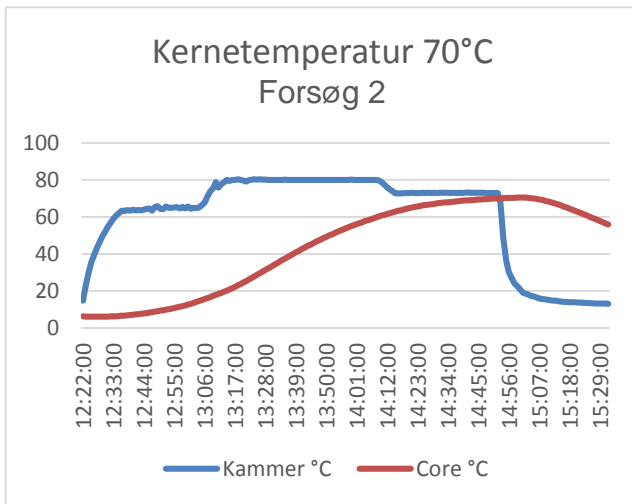
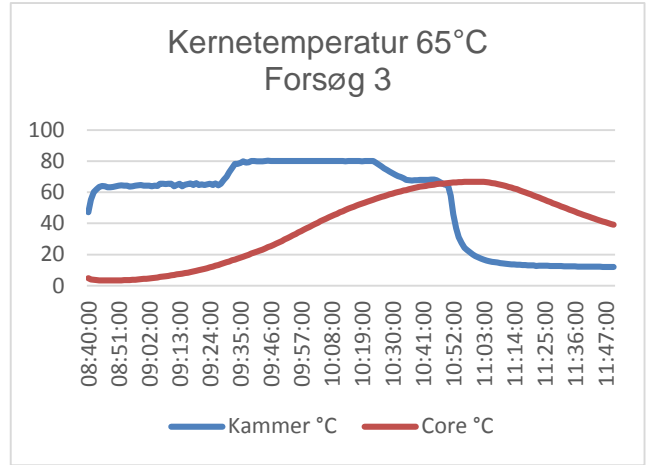
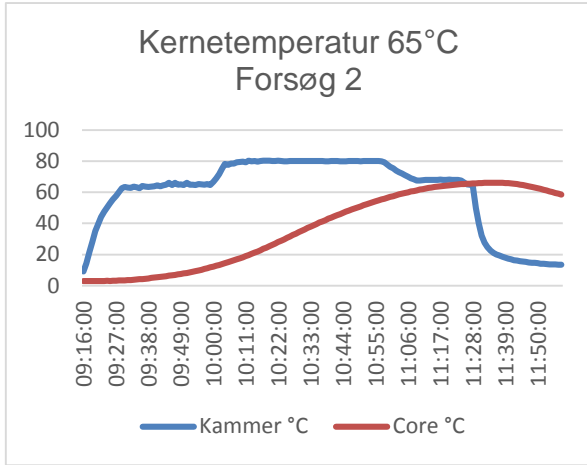
Temperaturforløb ved varmebehandling

Forsøg 1



Temperaturforløb ved varmebehandling

Forsøg 2+3



Koge- og kølesvind

Kogesvind og standardafvigelser ved varmebehandlinger til hhv. 65, 70, 75 og 78°C i forsøg 1, 2 og 3 samt gennemsnitlige svind og standardafvigelse.

		Forsøg 1	Forsøg 2	Forsøg 3
75°C	svind	6,42	5,33	5,19
	std.afv.	0,87	0,88	1,4
70°C	svind	4,27	4,83	3,63
	std.afv.	0,53	0,6	0,76
		2,15	0,5	1,56
65°C	svind	3,45	4,48	2,77
	std.afv.	0,33	0,44	0,55
		2,97	0,85	2,42
78°C	svind	6,24		
	std.afv.	1,09		

Kølesvind og standardafvigelser ved køling til hhv. 65, 70, 75 og 78°C i forsøg 1, 2 og 3 samt gennemsnitlige svind og standardafvigelse.

		1	2	3
75°C	svind	1,92	2,23	1,74
	std.afv.	0,55	0,14	0,18
60°C	svind	2,08	2,55	1,59
	std.afv.	0,15	0,11	0,17
65°C	svind	1,95	2,27	1,58
	std.afv.	0,13	0,25	0,15
78°C	svind	2,22		
	std.afv.	0,16		