



Røg for bedre sikkerhed af kødprodukter Guideline – opsamling af resultater fra DMRI-forsøg med røg

Claus Hindborg Kristensen og Anette Granly Koch

31. december 2018
Proj.nr. 2004277
Version 4
CCH/AGLK/TJAN/MT

Baggrund I perioden 1999-2018 blev der gennemført forskellige projekter, som undersøgte røgning og røgaromas antimikrobielle effekt.

Fokus i projekterne var:

- Røgningens effekt på inaktivering af patogener på overfladen af bacon og røget filet
- Røgaroma til reduktion af patogener i spegepølser
- Dekontaminering af fersk kød med røgaroma
- Røgaroma til at hæmme vækst af patogener i kødpølser og på overfladen af wienerpølser
- Røgaroma til at hæmme vækst af fordærvelsesbakterier i kødpølser og på overfladen af wienerpølser
- Forskelle på røgaromaer og traditionel røg
- Litteraturstudier om røg

Formål Formålet med denne opsamling er kort at beskrive de opnåede resultater samt at henvise til de faglige rapporter.

Kort sammendrag

I det følgende konkluderes kort om røgs effekt i en række produkttyper. Senere i rapporten findes en tabel med henvisning til forsøgsresultater.

*GDL-syrnede
spegepølser*

Flydende røg og patogener

0,2% flydende røg har en lille effekt i forhold til øget henfald af patogener under fremstilling af spegepølser. Resultatet påvirkes meget af de øvrige procesparametre dvs. pH-fald og saltindhold.

Tilsættes 1% fås op mod 5 log reduktion. 1% er dog langt over tilladt dosis.

Tilsætning af røgaroma påvirker smagen.

Fermenterede spegepølser Flydende røg og patogener
0,2% eller 0,5% røgaroma giver ingen signifikant forbedring af reduktionen af patogener under fremstilling af fermenterede spegepølser.

Nye forsøg pågår med test af flere røgaromaer i kombination med forskellige starterkulturer. Projektets mål er at finde kombinationer, som kan sikre mod vækst af patogener under fremstilling af spegepølser med lavt saltindhold, så spegepølser også kan opnå Nøglehulsmærket ("sikre nøglehulsmærkede spegepølser med høj kvalitet", projekt nr. 2006252, slutter i 2019).

Skimmel

Vækst af skimmel på overfladen af spegepølser kan hæmmes ved brug af flydende røg og traditionel røg. Røg skal anvendes i kombination med tørring, da tørre overflader er vigtige i kampen mod skimmelvækst på spegepølser.

Fersk kød Dekontaminering af fersk kød med koncentreret flydende røg kan give en stor reduktion af patogener (over 4 log). Men kødets sensoriske og teknologiske egenskaber ødelægges.

Back bacon Introduktion af 80°C i 5 minutter øger inaktiveringen af patogener på overfladen af back bacon. En traditionel proces ved 55-60°C reducerer antallet med ca. 2 log, mens introduktion af 5 minutter ved 80°C øger inaktiveringen til 3-4 log.

Røget filet I kombination med en traditionel tørre-/røgeproces kan tilsætning af 0,2% flydende røg give en lille reduktion af patogener på overfladen af røget filet. Gramnegative bakterier (salmonella, E. coli) reduceres lidt mere end grampositive bakterier (listeria, S. aureus).

Gravad filet 0,2% flydende røg kan ikke reducere patogener i gravad filet (røget filet uden tørre-/røgeproces).

Traditionel røgning Røgning med hårde træsorter (bøg, eg, amerikansk valnød og mesquite) gav en signifikant forøget reduktion på ca. 0,5 log cfu/cm², sammenlignet med røgning med bløde træsorter (lærk).

Røgning uden tarm giver større reduktion af patogener (2,8 log cfu/cm²) end ved røgning af produkt i perforeret tarm (1,3 log cfu/cm²).

Introduktion af 80°C i 5 minutter øger reduktionen af patogener på overfladen af back bacon og røget filet.

Wienerpølser Brug af røgaroma eller traditionel røg kan reducere væksthastigheden af bakterier på overfladen af pølser lidt. For *L. monocytogenes* er antallet efter 14 dage ca. 0,5-1 log lavere i røgede pølser end i kontrolpølser uden røg.

Væksten af nogle fordævelsesbakterier påvirkes ikke målbart (fx *Lb. Sakei*, *L. leuconostoc*, *L. mesenteroides*, *Carnobacterium* samt *Brochotrix* og *Serratia proteamaculans*), mens andre hæmmes lidt (fx *Enterococcus faecium*, *P. flourescens* og *Yersinia*).

Der er ikke tydelig forskel på at bruge traditionel røg eller røgaroma. Det er mængden af røg, som afgør effekten i forhold til væksthæmning.

Kødpølse Den væksthæmmende effekt er begrænset.

For røgaromaer er der stor forskel på, om de har antimikrobiel effekt eller ej.

Nogle røgaromaer (maks. tilladt dosis på 0,2-0,5%) har en antilisteriel effekt, som er sammenlignelig med anvendelse af 30 ppm nitrit.

Brug af 0,2% af to udvalgte røgaromaer viste, at vækst af *Leuconostoc carnosum*, *Brochotrix thermosphacta* og *Enterococcus faecium* ikke blev reduceret ved tilsætning af røgaromaerne. Derimod kunne tilsætning af 0,2% flydende røg (SmokEz C-10 eller Scansmoke PB1200) reducere væksten af *Serratia proteamaculans* på overfladen af en skive kødpølse. Kimtallet var 1,5-2,1 log-enheder lavere på produkter med røg end uden røg efter 21 dages lagring ved 5°C.

Litteraturstudier

I følgende rapporter er generel viden om røg samlet:

- Anvendelse af røg til konservering af kødprodukter (Hansen, 2016; notat; state-of-the-art; projekt 2004277)
- Litteraturstudium om æteriske olier og andre konserveringsmetoders effekt på vækst/drab af skimmel (Koch 2008; Proj. nr.: 18553; SF: 46821.1)
- Røgning og dens rolle for oxidation og harskning (Stoumann Jensen, 2007; Proj. nr.: 18519 (procesteknologisk overvågning); DW 45081)

Konklusion

Røg kan sammen med tørring og temperaturer på 55-80°C reducere antallet af bakterier på overfladen af kødprodukter.

Røgning (på kødprodukters overflade) har ingen antibakteriel effekt på bakterier i centrum af et kødprodukt.

Traditionel røg og røgaroma er sammen med tørre overflader effektiv til at hæmme vækst af skimmel på fx spegepølser.

Traditionel røg og røgaroma har en begrænset væksthæmmende effekt på overfladen af wienerpølser/frankfurtere.

Røgaroma har ingen eller begrænset effekt på at hæmme vækst af bakterier i en kødpølse. Effekten overfor listeria er sammenlignelig med 30 ppm nitrit. En reduceret vækst kan sammen med lavt startkimalt øge holdbarheden med nogle dage (måske op til en uge ved 5°C).

Brug af røgaroma i koncentrationer på 0,2% giver tydelig smag i produkterne.

Ikke-varmebehandlede produkter: røget filet, gravad filet, røget bacon					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Røgproces	Effekt	Reference
Salmonella	Råvarer til røget filet	Smokez poly-10	Neddypning i 2 minutter ved 35°C	Dekontaminering med flydende røg medfører en reduktion i niveauet af Salmonella på over 1,7 log-enhed. Kødets overflade fik en gylden røgfarge, samtidig med at det blev hårdt som ved dekontaminering med organiske syrer.	Projekt 18368 Larsen (1999) CO ₂ -finansierede Salmonella-projekter. Organiske syrer til dekontaminering af råvarer inden saltning ved produktion af røget filet. Rapport 0077.wpd
<i>VT E. coli</i>	Råvarer til røget filet	Røgaroma Varemærke er ikke angivet	Neddypning i 2 minutter ved 20°C	Dekontaminering med flydende røg medfører en reduktion i niveauet af <i>E. coli</i> på ca. 1,5 log-enhed Flydende røg medfører tydelige visuelle og lugtmæssige ændringer af kammene	Projekt 18385 Lammert (1999) Dekontaminering af svinekam forud for produktion af røget filet. Del I-III Rapport 0022.wpd
<i>VT E. coli</i>	Røget filet 3,5-3,6% salt/vand	Røgaroma Varemærke er ikke angivet	Dekontaminering i 3 minutter ved 20°C samt tørring/røgning ved 55°C/55°C eller ved 60°C/70°C	Ved dekontaminering af kamme med flydende røg, inden produktion af røget filet, opnås en reduktion i niveauet af <i>E. coli</i> på 3,6-4,4 log-enhed uafhængig af tørre-/røgetemperatur og dekontamineringstemperatur. Kammenes sensoriske og teknologiske egenskaber bliver dog ødelagt, hvorfor flydende røg ikke kan anvendes til dekontaminering af kamme inden produktion af røget filet.	Projekt 18385 Lammert (1999) Overlevelse af <i>E. coli</i> O26, O111 og O157 under produktionen af røget filet Rapport 0041.wpd

Ikke-varmebehandlede produkter: røget filet, gravad filet, røget bacon					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Røgproces	Effekt	Reference
<i>VT E. coli</i>	Gravad filet	4% salt pH 5,7-5,8	Ingen tørreproces	0,2% flydende røg (i færdigvaren) tilsat via saltlagen kan ikke reducere antallet af <i>E. coli</i> i gravad filet.	Projekt 18385 Lammert (2000) Overlevelse af <i>E. coli</i> O26, O111 og O157 under produktion af gravad filet. Rapport lb.nr. 0061
<i>S. aureus</i> toxin A	Røget filet	Røgaroma SmokeZ poly 10 RA-C Tilsat i konc. 0,2%, 0,35% og 0,5% via saltlagen	Tørring/røg: 55°C i samlet 188 minutter, 0% fugtighed NB: reduktion i centrum er beregnet som forskellen mellem podeniveau på overflade og slutkimtall i centrum af den færdige filet, da mængde ført ind i centrum af fileten ikke er målt.	Reduktion under fremstilling 0% røg: 1,2 log på overfladen og 0,9 log i centrum 0,2% røg: 1,4 log på overfladen og 0,4 log i centrum 0,35% røg: 1,6 log cfu på overfladen og 1,1 log i centrum 0,5% røg: 2,0 log cfu på overfladen og 1,3 log i centrum	Projekt 12145 Hansen (2004) Afprøvning af 5 nye konserveringsprincipper i pilot plant-fremstillet røget filet. Rapport SF:23857.1
				Reduktion under fremstilling: 0%: 1,9 log cfu på overfladen og 1,1 log i centrum 0,2%: 2,1 log cfu på overfladen og 2,3 log i centrum 0,35%: 2,2 log cfu på overfladen og 2,7 log i centrum 0,5%: 2,4 log cfu på overfladen og 2,9 log i centrum	
<i>L. monocytogenes</i>	Røget filet		NB: tilsætning af 0,2%, 0,35% og 0,5% gav en væsentlig anderledes smag i produktet.		

Ikke-varmebehandlede produkter: røget file, gravad file, røget bacon					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Røgproces	Effekt	Reference
<i>S. typhimurium</i> <i>S. infantis</i>	Røget file		<p>Reduktion under fremstilling målt som difference mellem podeniveau på overfladen og antal på overfladen hhv. i centrum af færdig file:</p> <p>Reduktion i centrum skyldes lavere kintal fra start.</p>	<p>Reduktion under fremstilling:</p> <p>0%: 1,7 log cfu på overfladen og 1, 3 log i centrum.</p> <p>0,2%: 2,4 log cfu på overfladen og 1,5 log i centrum</p> <p>0,35%: 2,6 log cfu på overfladen og 2,0 log i centrum</p> <p>0,5%: 2,6 log cfu på overfladen og 2,7 log i centrum</p>	
<i>Y. enterocolitica</i>	Røget file			<p>Reduktion under fremstilling:</p> <p>0%: 1,9 log cfu på overfladen og 2,1 log i centrum</p> <p>0,2%: 2,6 log cfu på overfladen og 1,9 log i centrum</p> <p>0,35%: 4,1 log cfu på overfladen og 3,6 log i centrum</p> <p>0,5%: 5,4 log cfu på overfladen og 4,2 log i centrum</p>	
<i>Listeria monocytogenes</i>	Røget file og røget bacon		<p>Røgning med hårde træsorter (bøg, eg, amerikansk valnød og mesquite) giver en signifikant forøget reduktion på ca. 0,5 log cfu/cm², sammenlignet med røgning med bløde træsorter (lærk).</p> <p>Røgning uden tarm giver større reduktion af patogener (2,8 log cfu/cm²) end ved røgning af produkt i perforeret tarm (1,3 log cfu/cm²).</p> <p>Der ses ingen signifikant reduktion af patogener i centrum af produkterne som røges.</p>		<p>Projekt:18500 Hansen (2006) Reduktion af patogener ved optimeret røgning. Slutrapport SF: 37581.1.</p>
<i>Salmonella</i>					
<i>Staphylococcus aureus</i>					
<i>VT E. coli</i>					

Ikke-varmebehandlede produkter: røget filet, gravad filet, røget bacon					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Røgproces	Effekt	Reference
<i>Listeria monocytogenes</i>	Røget back bacon	Røg fra bøgeflis	Tørre-/røgeprocesser: <u>Proces 1</u> 60°C/70 min, røg 60°C/55 min	Reduktion proces 1: 1,9 log Reduktion proces 4: 2,0 log Reduktion proces 6a: 2,8 log Reduktion proces 7: 3,0 log Ingen forskel på vækst under efterfølgende lagring i 12 uger	Projekt 18500 Hansen (2006) Optimering af røgetemperatur og røgetid ved fremstilling af back bacon; forsøg II Rapport 34262.3
<i>Salmonella</i>			<u>Proces 4</u> 55°C/120 min, røg 60°C/55 min	Reduktion proces 1: 2,3 log Reduktion proces 4: 2,7 log Reduktion proces 6a: 3,4 log Reduktion proces 7: 4,4 log	
<i>Staphylococcus aureus</i>			80°C i 5 minutter (RH 100%) 60°C i 75 minutter (RH 0%)	Reduktion proces 1: 2,5 log Reduktion proces 4: 2,6 log Reduktion proces 6a: 3,30 log Reduktion proces 7: 3,8 log	
<i>VT E. coli</i>			<u>Proces 7</u> 55°C i 100 minutter (RH 0%) 80°C i 5 minutter (RH 100%) 60°C i 75 minutter (RH 0%)	Reduktion proces 1: 2,3 log Reduktion proces 4: 3,2 log Reduktion proces 6a: 3,3 log Reduktion proces 7: 4,0 log	

Ikke-varmebehandlede produkter: spegepølser					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Røgproces	Effekt	Reference
<i>VT E. coli</i>	GDL-syrnet spegepølse	1% og 0,2% flydende røg testet. Fabrikat ikke angivet. pH 4,5 til pH 5,2	Hold 1: Tilsat 3% salt, 0,6% GDL, 60 ppm nitrit, 0,56% dextrose Hold 3: tilsat 3% salt, 0,6% GDL, 60 ppm nitrit, 0,56% dextrose, 1% fl. røg (maks. 0,5% er tilladt) Hold 5: tilsat 4,5% salt, 0,8% GDL, 100 ppm nitrit, 1% dextrose, 0,2% fl. røg Hold 6: tilsat 4,5% salt, 0,8% GDL, 100 ppm nitrit, 1% dextrose, 0,2% fl. røg	I hold 1 reduceres <i>E. coli</i> med 2,6 log-enheder (pH 5,2) I hold 3 er <i>E. coli</i> reduceret med ca. 5 log-enheder (pH 5,0). I hold 5 er <i>E. coli</i> reduceret med ca. 4 log (pH 4,9) I hold 6 er reduktionen 4,7-5,0 log-enheder (pH 4,9) Dvs. 1% røg øger reduktionen med ca. 2,4 log (hold 3 versus hold 1), og 0,2% øger reduktionen med ca. 0,7 log (hold 6 versus hold 5)	Projekt: 18385 Lammert (2000) Overlevelse af <i>E. coli</i> O26, O111 og O157 under produktionen af GDL-spegepølse. Rapport 0039.wpd
<i>VT E. coli</i>	Ved produktion af fermenteret spegepølse opnås ved 18% tørresvind generelt en reduktion i niveauet af <i>E. coli</i> på 1,8-2,8 log-enheder, og ved 30% tørresvind opnås en reduktion i niveauet af <i>E. coli</i> på 2,8-4,5 log-enheder. Tørringen af de fermenterede spegepølser havde derfor stor indvirkning på reduktionen af <i>E. coli</i> -niveauet. Jo kraftigere udtørring, jo større reduktion af <i>E. coli</i> blev der opnået. Forskellige produktparametres indvirkning på niveauet af <i>E. coli</i> ved produktionen af fermenteret spegepølse blev undersøgt. Farsens indhold af dextrose (0,6% eller 1,2%), flydende røg (0% eller 0,2%, fabrikat ikke angivet) og salt (3,0% eller 3,85%) havde ingen signifikant virkning på reduktionen af <i>E. coli</i> under produktionsprocessen. Dog sås ved højt salt i vandindhold en tendens til større reduktion af <i>E. coli</i> .				Projekt: 18385 Lammert (2000) Overlevelse af <i>E. coli</i> O26, O111 og O157 under produktionen af fermenteret spegepølse. Rapport 0058

Ikke-varmebehandlede produkter: spegepølser					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Røgproces	Effekt	Reference
<i>S. aureus</i>	Kalkunspegepølse Færdigvare: pH: 4,9 Fedt: 8,8%	Røgaroma (SmokeZ poly 10 RA-C) 0,2%, 0,5% og 1%	Fermentering med starterkultur samt tørring og røgning: 20-23°C i 4 dage 16°C i 5 dage. Traditionel røg tilført ad 2 omgange i 2 timer ved 22-23°C	Reduktion i færdig spegepølse i forhold til podeniveau i fars: 0%: 1,2 log 0,2%: 0,9 log 0,5%: 0,6 log 1,0%: 4,9 log	Projekt: 12.145 Hansen (2004) Afprøvning af nye konserveringsprincipper i pilot plant-fremstillet kalkunspegepølse. Rapport: SF 23855.1
<i>L. monocytogenes</i>	Salt/vand: 6,4%.	Alle testede konc. giver afvigende smag (ingen nitrit i kontrolhold)		Reduktion i færdig spegepølse i forhold til podeniveau i fars: 0%: 1,0 log 0,2%: 0,9 log 0,5%: 1,1 log 1,0%: 1,9 log Ingen vækst ved 8°C. Jo mere røg, jo større henfald under lagring ved 8°C.	
<i>Yersinia</i>				Reduktion i færdig spegepølse i forhold til podeniveau i fars: 0%: 2,0 log 0,2%: 1,3 log 0,5%: 0,7 log 1,0%: 5 log Ingen vækst ved 8°C	
<i>Salmonella</i>				Reduktion i færdig spegepølse i forhold til podeniveau i fars: 0%: 2,1 log 0,2%: 2,3 log 0,5%: 1,0 log 1,0%: 5,0 log	

Ikke-varmebehandlede produkter: spegepølser					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Røgproces	Effekt	Reference
<i>P. nordicum</i> og <i>P. brevicompactum</i>	Fermenteret spegepølse	Traditionel røg i DMRI's pilot plant	<i>P. nordicum</i> og <i>P. brevicompactum</i> voksede IKKE frem under produktion af spegepølser (3 uger). Spegepølsernes pH faldt til 4,6 efter 2 døgn, blev tørret til 30% svind over 3 uger samt tilført røg efter 2 og 4 døgn.		Projekt 18.505 Koch A.G. (2006) Skimmelvækst og toksinproduktion i spegepølser fremstillet med og uden "vask" samt under opbevaring ved 8°C og 20°C i 3 måneder (SF-dok. 35922)
Skimmel	Agarplade	Forskellige røg- aromaer	Testet på agarplader i laboratorium. Ingen pilot plant-test	Røgaroma kan hæmme væksten af skimmel på agarplader.	Projekt 18.553 Koch (2008) Litteraturstudium om æteriske olier og andre konserveringsmetoders effekt på vækst/drab af skimmel. SF: 46821.1
<i>P. nordicum</i> og <i>P. brevicompactum</i>	Fermenteret spegepølse	Traditionel røg i DMRI's pilot plant	Syrning til pH<5,2 efter 2 døgn Eller pH 4,4-4,8 på 2 døgn. Tørresvind 1,2-1,5% pr. døgn til i alt ca. 20%.	Naturlig røg på dag 2 og dag 5 er effektiv til hæmning af skimmelvækst Eneste kombination, som hindrer vækst af de to skimmelarter: <i>P. nordicum</i> og <i>P. brevicompactum</i> , er syrning til pH 4,6 samt brug af røg og K-sorbat.	Projekt 18.553 Koch, A.G. (2008) Vækst af skimmel på spegepølser med højt og lavt pH samt kombinationer af røgning og K-sorbat. SF: 49137.1

Ikke-varmebehandlede produkter: spegepølser					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Røgproces	Effekt	Reference
<i>P. nordicum</i>	Spegepølser	Traditionel røg i DMRI Pilot plant	Syrnet til pH 5 hhv. 4,2 Tørresvind ca. 20%.	Røgning hæmmede væksten af <i>P. nordicum</i> , men ikke så effektivt som udblødning i 5% K-sorbat, idet røgning ikke havde 100% inhiberende effekt på alle 3 recepter.	Projekt 18.553 Koch & Jacobsen (2008) Vækst og ochratoxinproduktion af <i>Penicillium nordicum</i> på spegepølser under produktion og lagring. SF: 49480.1
<i>P. brevicompactum</i>	Spegepølser	Traditionel røg i DMRI's pilot plant	pH 4,7-4,5 efter 2 døgn Tørresvind ca. 1% pr. døgn til i alt ca. 20%. Røgning på dag 2 og dag 5 i forløbet.	Røgning var lige så effektivt som anvendelse af 5% K-sorbat i opblødningsvandet til fibertarme til at forhindre/reducere vækst af <i>P. brevicompactum</i> under produktion og 2½ mdr. lagring ved 4°C	Projekt 18.553 Jacobsen og Koch (2008) Vækst og mycophenolsyreproduktion af <i>Penicillium brevicompactum</i> på spegepølser under produktion og lagring
<i>P. salamii</i> og <i>P. brevicompactum</i>	Spegepølser	Røgaroma. Mobilt røgkondensatsystem med ekstraktet Scansmoke PB 1110.	pH: ca. 4,8 på 2 døgn Tørresvind på 20% Røgning: ingen, 1 time (medium) eller 2 timer (meget) på dag 2 og dag 5	Der er god inhiberende effekt af medium og meget røg efter 8 dage, men den bedste effekt er ved meget røg. Ved dag 16 er effekten den samme, men skimmelen begynder at vokse på spegepølserne	Proj.nr.2004277 Hindborg (2018) Flydende røgs antimikrobielle effekt mod gær og skimmel på spegepølser.

Varmebehandlede produkter: kødpølser m.v.					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Proces	Effekt	Reference
<i>L. monocytogenes</i>	Mortadella (3,6% salt/vand, pH 6,4)	Røgaroma SmokeZ poly 10 RA-C	Varmebehandlet til 72°C i centrum MA-pakket (20 CO ₂ /80 N ₂)	<u>Vækst under lagring ved 5°C og 8°C</u> 0,2% har ingen væsentlig effekt 0,5% og 1% hæmmer væksten i niveau med 60 ppm nitrit. Tendens til, at 1% er bedre end 60 ppm nitrit.	Projekt 12.145 Hansen (2004) Afprøvning af 5 nye konserveringsprincipper i pilot plant-fremstillet luncheon meat og mortadellapølse. Rapport. Rapport 23854.1
<i>B. cereus</i>	Mortadella (3,6% salt/vand, pH 6,4)	Tilsat far-sen i konc.: 0,2%, 0,5% og 1%	Varmebehandlet til 72°C i centrum (sporer tilsat far-sen) Slicet og vakuumpakket	Ingen vækst ved 5°C og 8°C. Vækst ved 10°C kunne hindres ved til-sætning af 0,2% røg.	
Clostridium spp. (mesofil)	Luncheon meat (2,7% salt/vand, pH 6,3)		Varmebehandlet til 85°C/60 minutter (2 log sporer over-lever)	<u>Vækst under lagring af dåser ved 20°C</u> 0,2%: bombage efter 28 dage 0,5%: bombage efter 54 dage 1%: bombage efter 70 dage NB. 140 ppm nitrit giver ingen bombage <u>Vækst under lagring af dåser ved 37°C</u> 0,2%: bombage efter 2 dage 0,5%: bombage efter 2 dage 1%: bombage efter 2 dage NB. 140 ppm nitrit giver bombage efter 28 dage	
<i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella</i>	Agarplader	0,2% til ufortyndet 25 forskellige røgaromaer	Radialdiffusionsassay i agarplader	Der var ingen målbar effekt i RDA ved test af røgaromaerne i de anbefalede brugskoncentrationer. Men ved test af de ufortyndede samt 5 x, 10 x og 25 x fortyndet blev der observeret målbare, men varierende effekt af de undersøgte aromaer.	Projekt 2004277 Hansen (2016) Indledende screening af vandopløselige røgekstrakter ved Radial Diffusions Assay (RDA).

Varmebehandlede produkter: kødpølser m.v.					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Proces	Effekt	Reference
<i>Listeria monocytogenes</i>	Kødpølse	Smokez enviro 24, Scansmoke PB 1200, Smokez C-10, AroSmoke P-50, Scansmoke SDM HOB 50.	<p>Varmebehandlet til 72°C, slicet, MA-pakket i 30% CO₂. Skiverne lagres ved 8,0°C i op til 3 uger.</p> <p>Tilsat i maksimal tilladt koncentration samt den dobbelte mængde</p> <p>Sensorisk påvirkning er ikke systematisk undersøgt, men alle 5 røgkondensater medfører en kraftig røgsmag/-lugt i produktet.</p>	<p>Vækst af <i>L. monocytogenes</i> er efter 1-2 ugers lagring ved 8°C fra 0,5 til 2,0 log cfu mindre end i kontrollen uden røgaroma, når der blev tilsat maksimal tilladt mængde røgkondensat til kødpølser.</p> <p>Effekten af maksimal tilladt mængde er sammenlignelig med anvendelse af 30 ppm nitrit.</p> <p>Kun SmokEz C10 kunne erstatte tilsætning af 60 ppm nitrit.</p>	Projekt 2004277 Hansen (2017) Test af røgkondensater i kødpølsemodel
<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Brochotrix</i> og <i>Lactobacillus</i>	Wienerpølse	Traditionel røg, bøgeflis i 0, 10, 20, 40 og 80 minutter ved 55°C	<p>Pølserne stoppes, røges og varmebehandles til 75°C. Overfladen podes med <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Brochotrix</i> og <i>Lactobacillus</i> i same podcocktail</p> <p>Vakuumpakkes og MA-pakkes.</p> <p>Lagring ved 5°C</p>	<p>Røg nedsætter væksthastigheden af <i>Brochotrix</i> ganske lidt. Røg havde ingen målbar effekt på vækst af <i>Lactobacillus</i></p> <p><i>L. monocytogenes</i> voksede lidt langsommere på pølser med højere røgintensitet. pH er lavere i pølser med højeste røgintensitet, og salt i vand (%) er højere i de pølser, der har den højeste røgintensitet. <i>Brochotrix</i> og <i>Lactobacillus</i> kan have hæmmet væksten af <i>Listeria</i>.</p>	Projekt 2004277 Kristensen (2017) Røgs antimikrobielle effekt på wienerpølser

Varmebehandlede produkter: kødpølser m.v.					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Proces	Effekt	Reference
<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Brochotrix</i> og <i>Lactobacillus sakei</i>	Wienerpølse	Traditionel røg, bøgeflis i 0, 40 og 80 minutter ved 55°C	Pølserne stoppes, røges og varmebehandles til 75°C. Overfladen podes med <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Brochotrix</i> og <i>Lactobacillus</i> (enkeltvis, ingen cocktail) Vakuum- og MA-pakkes. Lagring ved 5°C	Væksthastigheden af de 3 bakterier blev kun reduceret ganske lidt i MAP og VAK-pakker opbevaret ved 5°C. Forskel i kimtal mellem kontrol og 40 minutters røg efter 14 dage: Listeria: ca. 0,5-1 log forskel i antal. Lactobacillus sakei: dårlig vækst, svært at konkludere Brochotrix: ca. 0,5-1 log forskel i antal Efter 3-4 uger er der ikke forskelle i kimtal, hvilket skyldes, at stationærfase er nået pga. 3-4 log podeniveau.	Projekt 2004277 Kristensen & Wiberg (2018) Forskellige røgtiders betydning for vækst af listeria, lactobacillus og Brochotrix
10 fordærvelsesbakterier	Wienerpølser	Traditionel røg versus røgaromaen Scansmoke PB1200 Koncentrationen af "total phenol" er ca. 5-12 ppm.	Røg giver generelt en lidt langsommere vækst af bakterier. MEN der er forskel på, hvor stor effekten er på forskellige fordærvelsesbakterier. For mælkesyrebakterier (<i>Lb. Sakei</i> , <i>L. leuconostoc</i> , <i>L. mesenteroides</i> , <i>Carnobacterium</i> samt <i>Brochotrix</i> og <i>Serratia proteamaculans</i> (<i>Chryseomonas</i>)) er der ingen tydelig effekt af at bruge røg. For <i>Enterococcus faecium</i> , <i>P. fluorescens</i> og <i>Yersinia</i> er væksten på røgede pølser langsommere end på urøgede pølser. Flydende røg hæmmer væksten bedre end traditionel røg. Dog er der stor variation på kimtal i pølserne på dag 15 og dag 21. Ses på forskellen mellem de to røgtyper, traditionel røg og atomiseret Scansmoke PB1200 er forskellen meget lille. Med udgangspunkt i dette datamateriale må det derfor konkluderes, at der ikke er forskel på at bruge traditionel røg hhv. atomizerrøg på overfladen af pølser.	Projek 2004277 Koch (2018) Brug af traditionel røg og atomizer-røg til at hæmme vækst af fordærvelsesbakterier på overfladen af MA-pakkede pølser ved 5°C	

Varmebehandlede produkter: kødpølser m.v.					
Mikroorganisme	Produkt	Røgtype	Proces	Effekt	Reference
<i>Serratia proteamaculans</i> , <i>Leuconostoc carnosum</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Brochotrix thermosphacta</i>	Kødpølse	SmokEz C-10 (nyt navn: Red ar-row:5111; 02287177) og Scansmoke PB1200 0,2% tilsat	Varmebehandlet til 75°C, slicet og MA-pakket (20/30 CO ₂ /N ₂) Kulturer podet enkeltvis.	Vækst af <i>Leuconostoc carnosum</i> , <i>Brochotrix thermosphacta</i> og <i>Enterococcus faecium</i> påvirkes ikke. Vækst af <i>Serratia proteamaculans</i> er 1,5-2,1 log-enheder lavere på produkter med røg end uden røg efter 21 dages lagring ved 5°C.	Projekt 2004277 Koch (2018) Brug af traditionel røg og atomizerrøg til at hæmme vækst af fordærvelsesbakterier på overfladen af MA-pakkede pølser ved 5°C

Projekt
18.368

Abstracts

Titel: CO₂-finansierede Salmonella-projekter

Varighed: 1998-1999

Formål

Projektet skulle analysere, i hvilket omfang salmonella kunne fjernes fra overfladen af fersk kød ved dekontaminering (varmt vand, mælkesyre m.v.), samt i hvilken udstrækning vækst kan forekomme, hvis produkterne temperaturlastes.

Konklusioner

Hverken under produktion af back bacon fremstillet som cured in bag eller ved den efterfølgende vakuumpakning og lagring af de slicede produkter ved 7°C eller 10°C blev der påvist vækst af Salmonella. Det til råvaren tilførte antal Salmonella forblev uændret under de 6 ugers lagring af det slicede og vakuumpakede produkt.

Der blev ikke fundet forskel på vækstmulighederne for Salmonella i produkter tilsat 3 eller 5% salt i vand. Ligesom der heller ikke blev fundet nogen forskel på, om der var tilsat 60 ppm eller 150 ppm nitrit til produkterne.

Ved fremstilling af røget filet opnås en god reduktion af Salmonella på produktets overflade. Ved at dekontaminere de podede råvarer fås en tydelig forbedring af processens bakteriedræbende effekt på fileternes overflade.

Dekontaminering reducerer også antallet af centrumprøver, som er positive for Salmonella. Dette er dog mest markant for filet kun tilsat 3% salt i vand. I filet saltet med 3% salt i vand + 2% laktat + 0,5% acetat er antallet af Salmonella-positive prøver kun 1-2 ud af 10, og der er ikke forskel på, om råvarerne dekontamineres.

Dekontaminering af de podede råvarer giver en markant reduktion i antallet af Salmonella-positive prøver under de 4 ugers opbevaring. Ved fremstilling af røget filet ud fra podede råvarer kan der påvises Salmonella i 89-94% af de slicede prøver (6-11% negative). Ved at dekontaminere fileterne med 7% mælkesyre inden saltningen falder antallet af prøver med Salmonella til 21-29% (71-79% negative).

Salmonella vokser ikke i de 6 hold røget filet under 4 ugers opbevaring ved 10°C eller ved yderligere temperaturlastning til 25°C 1 time daglig i 1 uge.

Dekontaminering giver teknologiske udfordringer med at stoppe kødet i tarm før røgning.

Formål

Formålet med projektet var at finde en proces/en recept, som kunne eliminere VTEC – i projektet defineret ved mindst en 3,4 log reduktion i antallet af VTEC i processen fra råvare til færdigvare. En 3,4 log reduktion svarer til, at et niveau på 100 cfu/g (estimeret worst case) reduceres til under 0,04 cfu/g (~ ikke påvist i 25 g).

Konklusion

Ved den nuværende fremstillingsproces reduceres antallet af VTEC mellem 1 og 2 log enheder, og ved enkelte justeringer af recepten og/eller optimeringer af processen kan drabseffekten øges, uden samtidig at gøre produktet organoleptisk uacceptabelt.

For fermenterede spegepølser er det fundet, at et øget NaCl- og dextroseindhold (3,85% henh. 1,2%) kombineret med tilsætning af flydende røg (fx 0,2%) medfører en forøget drabseffekt på VTEC. Men det er kun i de kraftigt tørrede spegepølser (30% tørresvind), at den ønskede reduktion af VTEC nås. For GDL-syrnede pølser er det muligt at øge mængden af GDL til 0,8%, som kombineret med øget NaCl- og dextroseindhold (4,5% henh. 1,0%) samt 0,2% flydende røg opfylder projektets målsætning om 3,4 log reduktion.

For røget filet er det fundet, at en forhøjet tørre-/røgetemperatur (60°C/70°C) kombineret med en forudgående dekontaminering med 7% laktat ligeledes opfylder kravet om 3,4 log reduktion, målt på overfladen af fileten. Uheldigvis opnås ikke samme reduktion i centrum af multistiksprøjtede fileter, hvor tørre-/røgeprocessen ikke bidrager til bakteriedrabet. Endvidere er produktets sensoriske og teknologiske kvalitet påvirket i negativ retning.

For gravad filet kan opnås en maksimal reduktion på 2,2 log enhed ved dekontaminering med 7% laktat forud for fremstilling. Dette er en forbedring i forhold til fremstilling uden dekontaminering, men opfylder ikke projektets målsætning. Den sensoriske kvalitet er ikke vurderet for gravad filet.

Generelt kan der ikke peges på et enkelt tiltag, som eliminerer VTEC i ikke-varmebehandlede, spiseklare produkter. Forsøgsvis tilsætning af eller dekontaminering med "nye" konserveringsmidler som diacetyl, pyruvicaldehyd, laktat/acetat, æteriske olier og ozon har ikke kunnet eliminere VTEC i disse produkter. Efterbehandling med varme er ikke undersøgt i dette projekt, men højtryksbehandling af færdigvaren er fundet at kunne eliminere VTEC. Højtryksbehandling er dog på nuværende tidspunkt en relativ dyr proces.

Projekt
12.145

Titel: Produktsikkerhed af nitritfrie kødprodukter

Varighed: 2003-2004

Formål

Projektets formål var at undersøge og dokumentere anvendelse af nye konserveringsprincipper som erstatning for nitrit, således at den mikrobiologiske sikkerhed ikke forringes i forhold til et tilsvarende produkt fremstillet med nitrit.

Konklusion

Projektet har i en laboratoriemodel undersøgt 20 nye antimikrobielle forbindelser med henblik på at erstatte nitrits antimikrobielle virkning overfor de almindeligt forekommende patogener i kødprodukter. 6 af disse forbindelser blev efterfølgende undersøgt i 4 "rigtige" kødprodukter, såvel for antimikrobiel effekt som for sensoriske og teknologiske bivirkninger.

Projektet dokumenterer, at tilsætning af nitrit er afgørende for at hæmme spiring og vækst af specielt *Clostridium*, men også *Bacillus*, samt i mindre grad medvirker til at hæmme vækst af *Listeria monocytogenes* i kødprodukter. Endvidere medfører tilsætning af nitrit et markant større drab af *Yersinia Enterocolitica* under fremstilling af kødprodukter.

Det bedste alternativ til nitrit var 2% Na-laktat, som i de fleste tilfælde havde en tilsvarende antimikrobiel effekt. Af de nye hurdle var RTE (acidificeret CaSO₄) og flydende røg effektive i høj koncentration (0,5-1%), men medførte sensoriske og teknologiske uacceptable ændringer i produktet. En mindre koncentration af RTE (0,2%) viste i nogle tilfælde en acceptabel effekt, samtidig med at produktet i nogen grad var sensorisk acceptabelt. Na₂-malat, Na₂-fumarat og Guardian rosmarin havde kun marginal antimikrobiel effekt i de anvendte koncentrationer (0,2-1%), samtidig med at de var sensorisk uacceptable.

Projekt
18.500

Titel: Reduktion af patogener ved optimeret røgning

Varighed: 2004-2006

Formål

Projektets formål var at optimere tørre-/røgeprocesserne, således at der – med eller uden tilsætning af hurdler – opnås den størst mulige reduktion af *Salmonella*, *L. monocytogenes*, VTEC og *S. aureus*, uden at produktets kvalitet i øvrigt forringes.

Konklusion

Projektet har udviklet 2 nye alternative røgeprogrammer og efterfølgende dokumenteret en forøget reduktion af patogener (i størrelsesordenen 0,5 hhv. 1,3 log cfu/cm²) på bacon fremstillet med de optimerede programmer.

De optimerede røgeprogrammer påvirker hverken de sensoriske egenskaber eller den mikrobiologiske kvalitet i negativ retning. Anvendelse af de optimerede røgeprogrammer kræver dog længere procestid og kan give anledning til større svind under røgningen.

Røgeprogram 6a

Trin	Tørring	Kog	Udluft	Tørring	Røg	Udluft	Total
Temp. °C	60°C	80°C	60°C	60°C	60°C	60°C	
Tid min.	55 min	5 min	5 min	15 min	50 min	5 min	2 ¹⁵
Fugt %	0%	100%	0%	0%	0%	0%	

Røgeprogram 7

Trin	Tørring	Tørring	Kog	Udluft	Tørring	Røg	Udluft	Total
Temp.	55°C	55°C	80°C	60°C	60°C	60°C	60°C	
Tid min.	70 min	30 min	5 min	5 min	15 min	50 min	5 min	3 ⁰⁰
Fugt %	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	

Kort fortalt blev projektet inddelt i 2 faser. Fase 1 var optimering af selve røgegenereringen (fugtighed af træflis, anvendt træsort, forbrændingstemperatur o.l.). Den bedste metode til generering af røg blev efterfølgende anvendt i fase 2, hvor der blev arbejdet med tid, temperatur og fugt i røgekammeret under røgeprocessen. Det endelige optimerede røgeprogram blev herefter dokumenteret med røget back bacon som modelprodukt, og processens påvirkning på produktets sensoriske og mikrobiologiske kvalitet (holdbarhed) blev vurderet. Alle forsøg er udført i SF's (DMRI's) røgeovn af mærket "Doleshal Unimatic kompakt UM 300".

Formål

I projektet skal det undersøges:

- Hvilke skimmel findes i danske kødprodukter?
- Danner disse skimmel toksiner i produkterne og hvor i produktet?
- Hvordan påvirker nuværende produktionsprocesser vækst og toksindannelse?
- Hvordan fjernes skimmel fra produktionsmiljø (teoriopgave)?

Konklusion

Screening for forekomst i produktionsmiljø og produkter samt test af produktionsprocessernes betydning for vækst og toksinproduktion på spegepølser og tørret skinke.

Konklusion for spegepølser (kun her er røg testet)

- Processen påvirker vækst af *P. nordicum* og *P. brevicompactum*
 - Vækst på få dage ved lille pH-fald (pH 5,0-5,2) og ingen røg eller K-sorbat
 - Ingen vækst ved maksimalt pH-fald (pH 4,6-4,8) og røg + K-sorbat
 - Trods vækst dannes der ikke ochratoksin under produktion (<1 ppb)
 - Trods vækst dannes der ikke mykopenolsyre under produktion (< 1 ppb)
- Behandling af fibertarme med K-sorbat eller Wasaouro B nedsætter skimmelvækst under lagring
- Røgning nedsætter skimmelvækst under lagring
- Kulhydrater øger væksten af skimmel under lagring
- Lav aw nedsætter væksten af skimmel under lagring
- Vakuumpakning reducerer/hindrer væksten.

Projekt
18.553

Titel: Skimmel i kødprodukter

Varighed: 2006-2008

Formål

At undersøge, hvordan processer og recepter kan hindre vækst og toksinproduktion

- Tørret skinke
 - Effekt af vask under tørreprocessen
 - Dampsug, saltvand, sorbinsyre, sennepsolie
- Leverpostej
 - Effekt af emballering
 - Sennepsolie-labels
 - Pakkegas
- Spegepølse
 - Effekt af røg, sennepsolie og sorbinsyre under tørre-/røgeproces (traditionel og produkt med lavt saltindhold ± kulhydrat)
 - Efter produktion
 - Efter lang lagring
 - Betydning af pH-fald

Konklusion (spegepølser)

- Hurtigt pH-fald til under pH 4,8/2-3 dage sammen med tørring og brug af røg og/eller K-sorbat hindrer vækst under produktion
 - Fermentering til højere pH (5,0-5,2) øger risikoen for vækst, men tørring og brug af røg og K-sorbat kan hindre/reducere vækst.
 - Trods vækst under produktion blev der ikke produceret ochratoksin A og mykophenolsyre i spegepølserne
 - Under aerob lagring ved 20°C kan *P. nordicum* vokse og producere ochratoksin A. Ved 4-5°C dannes der ikke ochratoksin A trods kraftig vækst.
 - Under aerob lagring ved 4-5°C kan *P. brevicompactum* vokse og producere mykophenolsyre (maksimal værdi målt: 20 ppm).
 - Lagring uden ilt hindrer/reducerer vækst

Projekt
2004277

Titel: Røg for bedre sikkerhed af kødprodukter

Varighed: 2016-2018

Formål

Formålet med projektet er at dokumentere, hvordan forskellige typer af røg og røgekstrakter bidrager til at forbedre fødevarerens sikkerhed og kvaliteten af varmebehandlede kødprodukter og spegepølser samt fastlægge, om røg og røgekstrakter helt eller delvist kan erstatte brugen af de traditionelle konserveringsmidler som salt, nitrit og organiske syrer.

Konklusion

Projektet blev indledt med en state-of-the-art-rapport om muligheder og begrænsninger ved brug af røg og røgekstrakter til forlængelse af holdbarhed. På baggrund af state-of-the-art-rapporten og sammen med projektets følgegruppe blev det besluttet at undersøge anvendelsen af specielle røgekstrakter i farsvarer som erstatning for kemiske konserveringsmidler. Ud fra en screening af 27 røgaromaers antimikrobielle effekt blev 5 udvalgt til test af antilisteriel effekt i kogt farsvare. Kun en af ekstrakterne havde en effekt, som var sammenlignelig med tilsætning af 60 ppm nitrit. De 5 røgekstrakter havde en begrænset antimikrobiel effekt indenfor de lovgivningsmæssige koncentrationer.

Effekten af traditionel røgning på overfladen af middagspølser blev undersøgt i forsøg med fem forskellige røgningsniveauer mod listeria. Også her var effekten begrænset. Traditionel røg og atomiseret røg blev testet for evnen til at hæmme fordævelsesbakterier på overfladen af frankfurtere. Røg giver generelt en lidt langsommere vækst af bakterier, men der er forskel på, hvor stor effekten er på forskellige fordævelsesbakterier. For mælkesyrebakterier (*Lb. Sakei*, *L. leuconostoc*, *L. mesenteroides*, *Carnobacterium*) samt *Brochotrix* og *Serratia proteamaculans* ("*Chryseomonas*") er der ingen tydelig effekt af at bruge røg. For *Enterococcus faecium*, *P. flourescens* og *Yersinia* er væksten på røgede pølser langsommere end på ikke-røgede pølser.

Atomiseret røg kan ligesom traditionel røg også hæmme vækst af skimmel på overfladen af spegepølser.

Røgaroma (0,2%) er ligeledes testet i kødpølse for evnen til at hæmme vækst af fordævelsesbakterier. Tilsætning af 0,2% flydende røg (SmokEz C-10 eller Scansmoke PB1200) til farsen gav en reduktion i vækst af *Serratia proteamaculans* på pølseoverfladen på 1,5-2,1 log-enheder efter lagring i 21 dage ved 5°C. Der var ikke signifikant forskel på væksten af *Serratia* mellem de to røgaromaer. Vækst af *Leuconostoc carnosum*, *Brochotrix thermosphacta* og *Enterococcus faecium* blev ikke reduceret ved tilsætning af nogen af røgaromaerne.