

Rapport

Kød og kræft

Spisekvalitet af grillet svinekød i relation til grill-type og tilberedningsmetode samt indhold af HCA og PAH målt i udvalgte svine- og oksekødsprøver

Lene Meinert

3. juli 2012
Proj.nr. 2000220
LME/MT

Baggrund

Danskerne er det folkefærd i verden, der har flest antal grill pr. indbygger. Det kan ses som et tegn på, at vi danskere griller rigtig meget. Men samtidig er grillet kød mistænkt for at bidrage væsentligt til danskernes indtag af kræftfremkaldende stoffer i form af stegemutagener (Heterocykliske aminer, HCA) og røgmutagener (PAH). HCA-dannelsen er temperaturafhængig, således kan stofferne også dannes ved tilberedning på en stegepande. Men grillet kød er i søgelyset, da grilning ofte foregår ved en langt højere temperatur - især direkte over kul - sammenlignet med pandestegning, og risikoen for at branke kødet er dermed større. Et tidligere gennemført screeningsforsøg viste dog, at forbrugerne i Roskilde-området var gode til ikke at branke kødet, når de grillede. Kuglegrillen fra Weber er næsten blevet hvermandseje, og samtidig får flere og flere også en gasgrill til udekøkkenet. Da grill-forsøget gerne skulle afspejle danskernes adfærd, blev Weber-Stephen Nordic kontaktet, og firmaet udlånte venligst grillerne og grill-tilbehør til forsøget samt bidrog med god sparring.

Formål

Med udgangspunkt i danskernes grillvaner var det forsøgets formål at undersøge sammenhængen mellem tilberedning af svinekød på grill og følgende faktorer:

- Grilltype (kuglegrill og gasgrill)
- Tilberedning
 - Varmekilde (direkte over kul, indirekte varme og gasgrill)
 - Centrumstemperatur (65 °C og 72 °C)
 - Indpakning i folie (kun steg, 72 °C)
- Kødstørrelse (kotelet og steg)

Desuden var det formålet af få valideret den udviklede farveskala mod panelets bedømmelse.

Afvigelse fra plan

Der opstod desværre gentagne problemer med analyse af indholdet af stegemutagener (HCA). Det har derfor efterfølgende været nødvendigt kun at udvælge få kødsprøver til en ny analyse af HCA-indholdet. Analysen blev udført af Eurofins.

Konklusion

I relation til spisekvalitet af kotelet og steg opnås den største grad af saftighed ved tilberedning til 65 °C uanset grill-type, dog synes intensiteten af saftighed generelt at være højest ved tilberedning ved indirekte varme sammenlignet med gasgrill og direkte over kul. Den mest intense stegte kødsmag (ikke branket) blev opnået for koteletter ved tilberedning til 72 °C uanset grill-type. Tilberedning af stege til 72 °C gav anledning til branket lugt og smag, dog blev intensiteten af de brankede egenskaber tydeligt mindske, når stegen var pakket ind i folie, men dette gav så anledning til en højere intensitet af uønsket grisesmag.

Der kunne påvises PhiP i 5 ud af 9 undersøgte tilberedningsmetoder og MelQx i 2 metoder. Der var en tydelig tendens til, at flere kødprøver tilberedt på gasgrill (til 72 °C) havde et målbart indhold af PhiP sammenlignet med de øvrige undersøgte tilberedningsmetoder.

Indholdet af PAH, angivet som sum PAH 4, var lavt max. 0,1 µg/kg og dermed markant lavere end grænseværdien på 30 µg/kg (EFSA).

Gennemførelse

<i>Design</i>	Forsøgets design kan ses i bilag 1.
<i>Kød</i>	Der blev anvendt finpudsede svinekamme (med sølvhinde). Kammene blev enten delt i 2 stege eller udskåret til 15 koteletter. De i alt 72 kamme blev udtaget tilfældigt på slagteriet for at afspejle den naturligt forekommende dyrevariation.
<i>Tilberedning</i>	I bilag 2 (kotelet) og bilag 3 (steg) er alle tilberedninger beskrevet med angivelse af vendefrekvens, grilltemperatur og stegetider.
<i>Bedømmelse</i>	<p>Trænede dommere bedømte det grillede kød (7 dommere til bedømmelse af kotelet og 8 dommere til bedømmelse af steg) med en sensorisk beskrivende analyse baseret på ASTM-MNL 13, ISO 1421 og ISO 13299. Bedømmelserne på hhv. steg og kotelet blev gennemført som to separate seancer, med en træning forud for hver seance på hhv. kotelet og steg tilberedt ved udvalgte kombinationer af behandlingerne (forventede yderpunkter).</p> <p>Dommerne fik hver serveret en halv kotelet eller en hel skive steg (1 cm i tykkelse, ikke endestykker). Kødet blev placeret på forvarmede tallerkener og blev dækket med folielåg for at holde på varmen under servering. Alle prøver var kodet med individuelle 3-cifrede koder. Se bilag 4 og bilag 5, der indeholder beskrivelse af de bedømte egenskaber for hhv. kotelet og steg.</p>
<i>Overfladefarve</i>	Der blev desuden bedømt overfladefarve på det grillede kød (se skala i bilag 6) udført af 2 personer i det sensoriske laboratorium. Den anvendte farveskala til vurdering af koteletter blev tidligere udviklet til en forbrugerundersøgelse for at undersøge, om der var en sammenhæng mellem kødets farve og indholdet af stegemutagener. Der blev til nærværende forsøg udviklet en skala til vurdering af overfladefarven af stege (bilag 6).
<i>Kemiske analyser DTU</i>	<p>PAH-analyserne blev udført på følgende udvalgte behandlinger:</p> <ul style="list-style-type: none">• Kotelet, direkte over kul: 1 stk. medium og 1 stk. well-done• Kotelet, lukket kuglegrill: 1 stk. medium og 1 stk. well-done• Kotelet, gasgrill: 1 stk. medium og 1 stk. well-done • Steg, lukket kuglegrill: 1 stk. medium og 2 stk. well-done (med og uden stanniol)• Steg, direkte over kul: 1 stk. medium og 2 stk. well-done (med og uden stanniol)

Koder

Åben = tilberedning direkte over kul i åben kuglegrill

Lukket = tilberedning med indirekte varme i lukket kuglegrill

Gas = tilberedning på gasgrill (kødet blev tilberedt uden gas i den midterste brænder, kotelet blev tilberedt med åbent låg, mens steg blev tilberedt med lukket låg)

Centrumstemperatur var hhv. 65 °C og 72 °C

Stege blev tilberedt (kun ved 72 °C) med (+) og uden (-) indpakning i stanniol

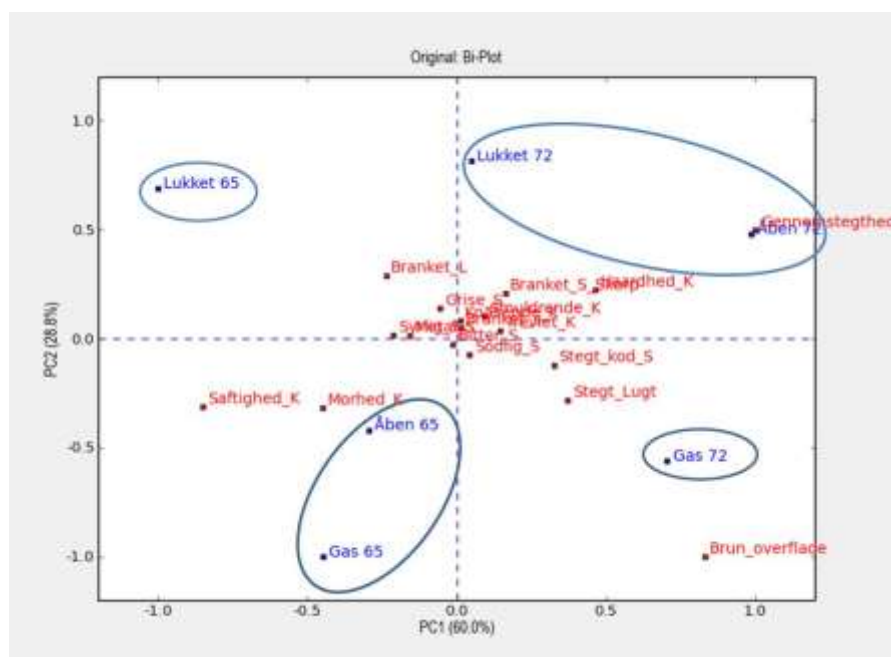
Således skal koden "lukket 72+" læses som: Tilberedning ved indirekte varme i lukket kuglegrill indpakket i stanniol og tilberedt til en centrumstemperatur på 72 °C.

Resultater og diskussion

Det vides fra en tidligere screeningsundersøgelse om tilberedning på grill, at danskerne (indbyggere i Roskilde) er gode til ikke at branke kødet, når de griller. I nærværende forsøg er der således taget udgangspunkt i, at danskerne ikke branke kødet ved stegning, som det siges, at f.eks. amerikanere oftere gør. Derfor er det valgt at tilberede kødet dels til 65 °C, som vides at være optimalt for spisekvaliteten i relation til saftighed og mørhed (pande- og ovnstegningsforsøg), og dels til 72 °C, som svarer til well-done, dog uden at kødet er "ødelagt". Fra tidligere forbrugerundersøgelser vides det desuden, at forbrugerne foretrækker saftigt og mørkt kød med en tydelig stegt kødsmag.

Sensorik_Kotelet

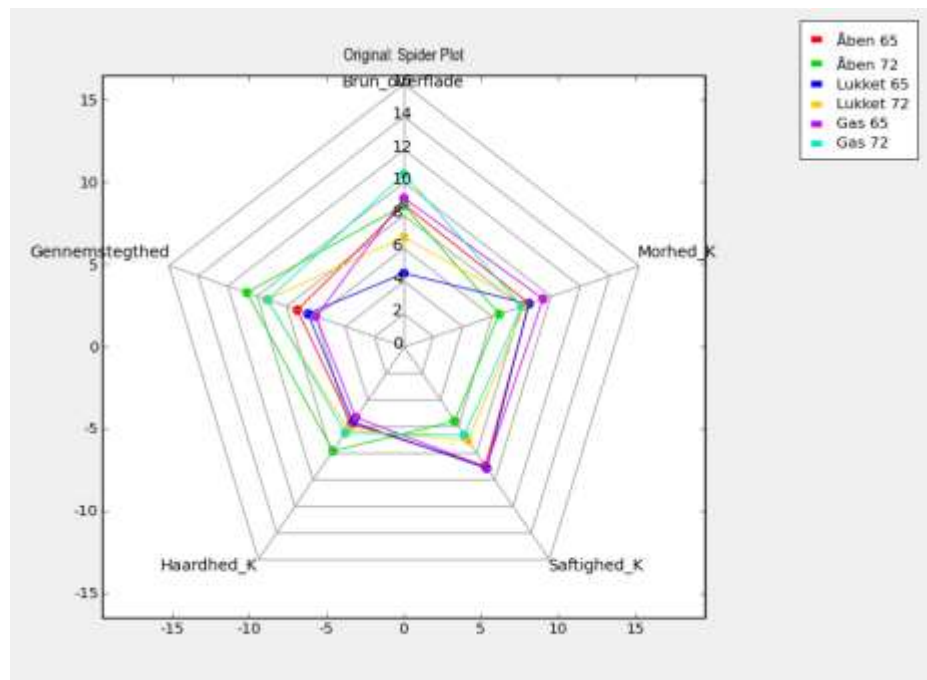
Koteletterne blev bedømt af 7 trænede dommere, og korrelationen mellem behandling og egenskaber kan ses i PCA-bi-plottet i figur 1. Værdier for de enkelte egenskaber ses i bilag 7.



Figur 1. PCA-bi-plot for den samlede bedømmelse af koteletter (gennemsnit over 7 dommere og 6 gentag).

Det kan umiddelbart ses af figur 1, at PC1 adskiller behandlingerne baseret på temperatur (65 °C mod venstre og 72 °C mod højre). PC1 forklarer 60 % og dermed størstedelen af variationen. PC2 forklarer 29 % af variationen, men det er ikke helt så tydeligt, hvilke egenskaber PC2 primært adskiller behandlingerne i henhold til. Det kan endvidere ses, at "Åben 65" og "Gas 65" kan beskrives med egenskaberne saftig og mør konsistens, "Åben 72" korrelerer med gennemstegt udseende og "Gas 72" med brun overflade (udseende) og stegt lugt.

Det kan endvidere ses i figur 1, at en del af egenskaberne ligger omkring 0,0, hvilket vil sige, at disse egenskaber ikke har kunnet forklare forskellene mellem behandlinger. Figur 2 viser et "spider plot" af de signifikante egenskaber. Det kan ses af plottet, at saftighed er afhængig af centrumstemperatur, således at stegning til en centrumstemperatur på 65 °C giver mere saftigt kød sammenlignet med stegning til 72 °C. Dette er i overensstemmelse med eksisterende viden. Graden af brun overflade er afhængig af både temperatur og behandling, således fås den mindst brune overflade ved at grille koteletter i lukket kuglegrill med indirekte varme, og mest brun overflade ved tilberedning på gasgrill til 72 °C.

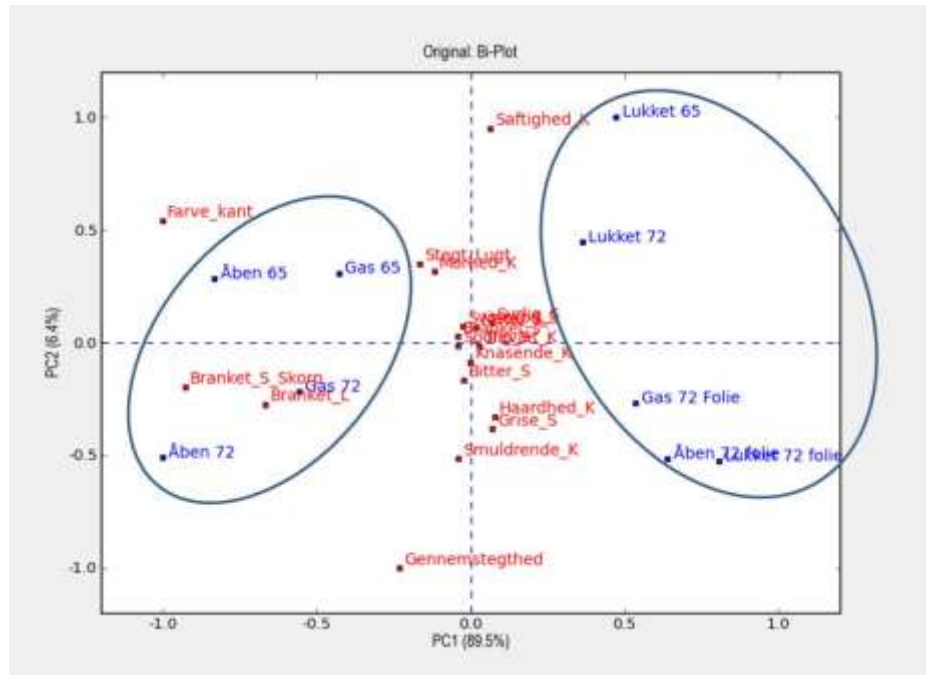


Figur 2. Spider plot af de signifikante egenskaber (0,1 %) for kotelet (gennemsnit af 7 dommere og 6 gentag). De signifikante egenskaber er: brun overflade (udseende), mørhed (konsistens), saftighed (konsistens), hårdhed (konsistens) og gennemstegthed (udseende).

Opsummering på koteletter er således, at centrumstemperatur havde større betydning for spisekvaliteten mht. saftighed og mørhed end grill-type.

Sensorik_steg

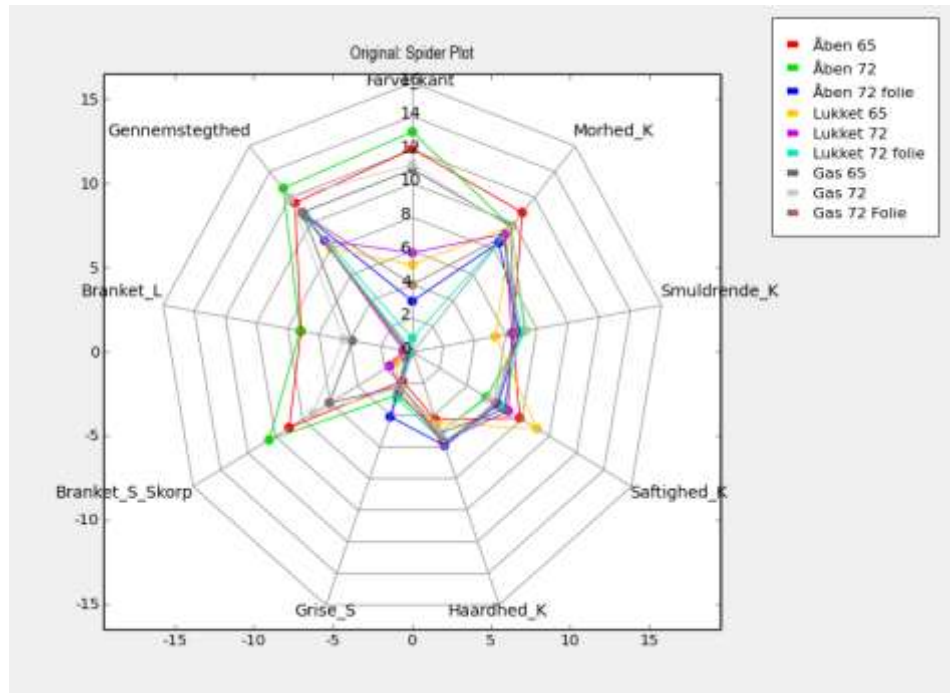
De tilberedte stege blev bedømt af 8 træned dommere, og korrelationen mellem behandling og egenskaber kan ses i PCA-bi-plottet i figur 3. Værdier for de enkelte egenskaber ses i bilag 8.



Figur 3. PCA-bi-plot for den samlede bedømmelse af koteletter (gennemsnit over 8 dommere og 6 gentag).

Det kan ses af figur 3, at PC1 forklarer langt hovedparten af variationen med ca. 90 %, og at behandlingerne er adskilt på "tilberedningstype", således at "Åben 65 og 72" og "Gas 65 og 72" er placeret mod venstre og beskrevet med egenskaberne "farve kant", "branket skorpe" og "branket lugt". Modsat er behandlingerne "lukket 65 og 72" samt "folie" placeret mod højre og delvist beskrevet med egenskaberne "saftighed" (især stege tilberedt med indirekte varme), hård konsistens samt grisesmag.

De signifikante egenskaber er vist med spider plot i figur 4.



Figur 4. Spider plot af de signifikante (0,1 %) egenskaber for steg (gennemsnit over 8 dommere og 6 gentag). De signifikante egenskaber er: farve kant (udseende), mørhed (konsistens), smuldrende (konsistens), saftighed (konsistens), hårdhed (konsistens), gris (smag), branket_skorpe (smag), branket (lugt) og gennemstegthed (udseende).

Stegens overfladefarve er tydelig afhængig af behandling, således at tilberedning på gasgrill og direkte over kul gav en markant mørkere farve sammenlignet med tilberedning med indirekte varme eller indpakning i folie, hvilket også er umiddelbart forventeligt. Den mest intensive branket smag fås ved stegning direkte over kul efterfulgt af tilberedning på gasgrill, hvorimod der ikke er branket smag i stegene tilberedt over indirekte varme eller pakket ind i folie. Denne sammenhæng ses også for branket lugt. Som ved koteletter er saftigheden størst ved tilberedninger til en centrumstemperatur på 65 °C, efterfulgt af tilberedning ved indirekte varme i lukket gasgrill (både 65 °C og 72 °C).

Opsummering sensorik

Alene ud fra et sensorisk synspunkt og med baggrund i forbrugernes præferencer kan nogle af tilberedningsmetoderne (behandlingerne) fremhæves. Både for steg og kotelet fås størst intensitet af saftighed ved tilberedning til 65 °C uanset grill-type, dog synes intensiteten af saftighed at være højest ved tilberedning ved indirekte varme i lukket kuglegrill sammenlignet med gasgrill og direkte varme. Mørhed var i dette forsøg rimelig korreleret med saftighed, således at det mest møre kød fås ved tilberedning til 65 °C i centrum, dog er sammenhængen med tilberedning ikke så tydelig for mørhed, som det var tilfældet med saftighed.

Forbrugere kan ud over mørt og saftigt kød også godt lide stegt kødsmag. Denne egenskab stiger med stigende centrumstemperatur og dermed også med stigende tilberedningstid, samtidig må der ikke forekomme branket smag eller lugt. For koteletter gav ingen af behandlingerne anledning til nævneværdig grad

af branket lugt eller smag, mens tilberedning til 72 °C (alle grill-typer) gav mest intens stegt kødsmag. Så et bud på de tilberedningsmetoder, der bedst kombinerer disse modsatrettede præferencer, er stegning af koteletter til 65 °C over direkte varme eller på gasgrill.

Ved tilberedning af steg gav nogle af behandlingerne anledning til uønsket branket smag og lugt, hvilket formentlig er en direkte konsekvens af længere tilberedningstid. Samtidig gav en indpakning i folie en højere intensitet af grisesmag, som er uønsket. Så en samtidig opnåelse af saftighed, mørhed og stegt kødlugt (korrelerer med stegt smag) fås ved tilberedning til 65 °C på gasgrill efterfulgt af stegning ved indirekte varme i lukket kuglegrill uden folie.

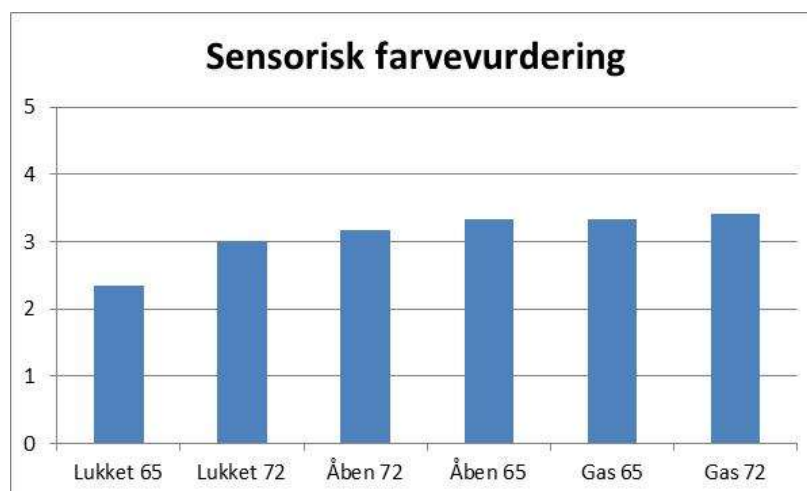
Det skal bemærkes, at kødet i forsøget ikke var marineret eller på anden måde tilsat krydderier og urter. Det kan derfor godt tænkes, at intensiteten af grisesmag vil kunne reduceres ved fx marinering.

Overfladefarve

Der blev bedømt overfladefarve på det grillede kød (se skala i bilag 6). Den anvendte farveskala til vurdering af kotelet blev udviklet ved en forbrugerundersøgelse for at undersøge, om der var en sammenhæng mellem kødets farve og indholdet af stegemutagener. Overordnet set blev der i det tidligere forsøg fundet en sammenhæng mellem farve og indhold af stegemutagener, således at jo mørkere overfladefarve desto højere indhold af stegemutagener. Der blev endvidere udviklet en farveskala til vurdering af overfladefarve af stege (bilag 6).

Det var også et formål med dette forsøg at få valideret farveskalen op mod panelets bedømmelse af både farve og smag.

Farve_kotelet



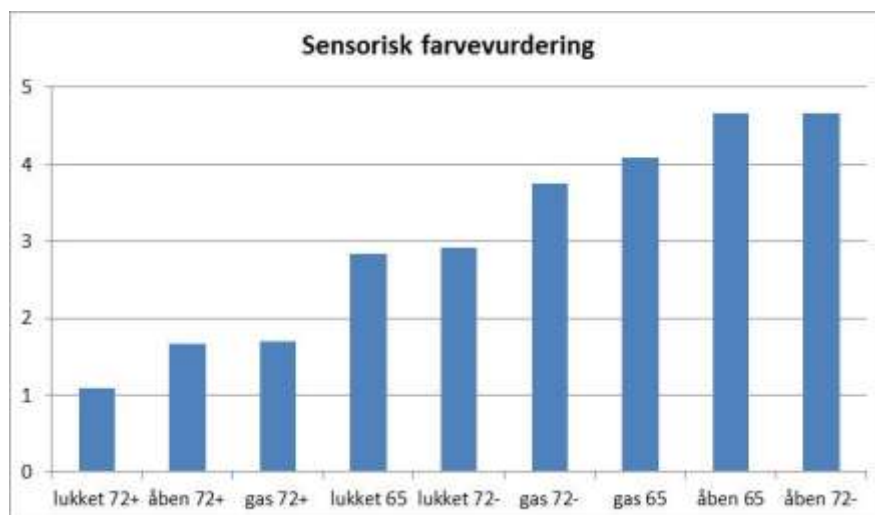
Figur 5. Sensorisk farvevurdering af koteletter tilberedt på grill (gennemsnit af 6 gentag) gennemført i sensorisk laboratorium af 2 personer.

Det kan ses af figur 5, at der ikke var væsentlig forskel i overfladefarven af grillede koteletter afhængig af tilberedningsmetode, således var ingen af koteletterne brankede på overfladen (karakter 4 - 5 blev ikke benyttet).

Tilberedning til 72 °C på gasgrill tog længst tid (op mod 18 min.), mens de øvrige tilberedninger tog ca. 8 - 10 min. Resultatet i figur 5 er i overensstemmelse med panelets bedømmelse med hensyn til intensitet af overfladefarve (se bilag 7).



Farve_steg



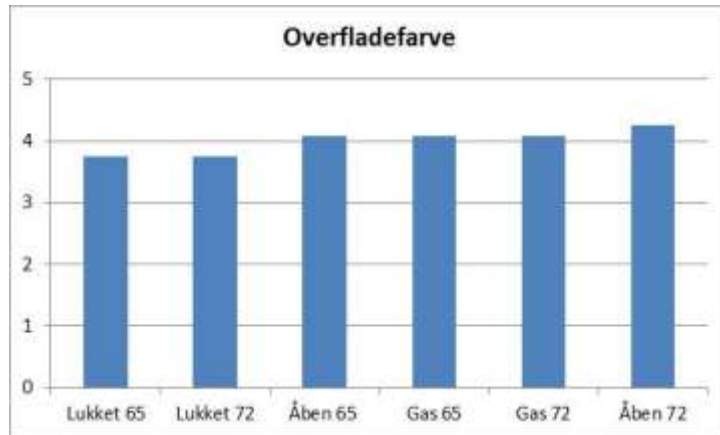
Figur 6. Sensorisk farvevurdering af stege tilberedt på grill (gennemsnit af 6 gentag pr. behandling) gennemført i sensorisk laboratorium af 2 personer.

Det kan af figur 6 ses, at indpakning i stanniol giver den lyseste overfladefarve, som forventet. Efterfølgende ses en stigning i overfladefarve for stegene relateret til grilltype: Tilberedning i lukket kuglegrill (begge centrumstemperaturer), efterfulgt af gasgrill (begge centrumstemperaturer) og endelig tilberedning direkte over kul (begge centrumstemperaturer), hvor stegene havde den mørkeste overfladefarve. Tilberedning over kul gav anledning til en mørk og branket overfladefarve (karaktererne 4 - 5). Der var således en væsentlig variation i overfladefarve for stegene afhængig af tilberedningsmetode, hvilket var direkte korreleret med tilberedningstid (dette blev dog desværre ikke noteret). Resultatet i figur 6 er i overensstemmelse med panelets bedømmelse (jf. bilag 8).



Farve_oksebøffer

Der blev ligeledes udført farvemåling på grill-stegte oksebøffer i det sensoriske laboratorium, dog blev der ikke udført yderligere sensoriske bedømmelser. Farveskala for oksebøffer blev udviklet til tidligere gennemført forbrugerundersøgelse og kan ses i bilag 6.



Figur 7. Sensorisk farvevurdering af oksebøffer tilberedt på grill (gennemsnit af 6 gentag) gennemført i sensorisk laboratorium af 2 personer.



Udvælgelse til HCA

Med baggrund i resultater fra de sensoriske bedømmelser blev der udvalgt kødprøver til analyse for HCA. Der blev ved udvælgelsen lagt vægt på at sikre inkludering af alle grill-typer samt variation i kødets overfladefarve mod forventning om forskelle i HCA-koncentrationer. Endelig er udvælgelsen også udført i henhold til de behandlinger, der er udført PAH-analyser på.

Koteletter - 4 gentag pr. behandling, følgende behandlinger blev analyseret:
Lukket 65 °C, gas 72 °C

Stege - 4 gentag pr. behandling, følgende behandlinger blev analyseret:
Åben 72 °C med stanniol, åben 72 °C uden stanniol, lukket 72 °C, gas 72 °C

Oksebøffer - 4 gentag pr. behandling, følgende behandlinger blev analyseret:
Åben 72 °C, lukket 72 °C, gas 72 °C

Resultat HCA

Kødets grillskorpe blev analyseret for indholdet af fem forskellige HCA: 2-amino-3,4,8-trimethyl-imidazo[4,5-f]quinoxaline, MeIQ, MeIQx, IQ og 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridin. I mange af prøverne kunne ingen af de fem HCA detekteres (se alle værdier i bilag 9), og det var udelukkende MeIQx samt 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridin, der blev detekteret.

Tabel 1 indeholder de behandlinger (5 ud af 9 undersøgte), hvor der blev fundet et indhold af HCA.

Tabel 1. Indholdet af HCA er angivet i µg/g kød. De angivne koncentrationer er et gennemsnit af 4 bestemmelser (koncentration under detektionsgrænsen (< 10) er i beregningen sat til 0).

	MeIQx	PhiP
Steg, åben 72 - stanniol	0,0004	0,0024
Steg, åben 72 + stanniol	-	0,0003
Steg, gas 72 - stanniol	0,0001	0,0018
Kotelet, gas 72	-	0,0008
Oksebøf, gas 72	-	0,0020

Det kan umiddelbart ses af tabel 1, at tilberedning af steg direkte over kul medførte et af de højeste indhold af PhiP samt MeIQx, som den eneste tilberedningsmetode. Indholdet af HCA mindskes markant ved at pakke stegen ind i stanniol under tilberedning direkte over kul. Det kan endvidere ses, at tilberedning på gasgrill til 72 °C i centrum var den tilberedningsmetode, der gav målbart indhold af HCA for alle 3 kødtyper. De undersøgte behandlinger blev udvalgt på baggrund af kødets overfladefarve, og der ses en (forventet) sammenhæng mellem mørk overfladefarve og målbart indhold af HCA. Hvorvidt de fundne koncentrationer er sundhedsskadelige, vides ikke, idet der ikke er fastlagt grænseværdier for indtagelse af HCA.

Der var et målbart indhold af HCA i alle tre kødtyper tilberedt på gasgrill. Det tyder derfor på, at der er grund til særlig omhyggelighed ved tilberedning på gasgrill. I oksebøffer tilberedt direkte over kul (72 °C) blev der ikke påvist HCA, mens der i samtlige fire bøffer tilberedt på gasgrill (72 °C) blev påvist PhiP. Det kan eventuelt tænkes, at varmekildens placering tættere på kødet i gasgrillen sammenlignet med kullenes placering til kødet i kuglegrillen kan være en mulig forklaring på denne observation. Det er tidligere vist i litteraturen, at dannelsen af især PhiP øges med stigende temperatur.

Der var ikke et målbart indhold af HCA i steg, koteletter eller oksebøffer tilberedt ved indirekte varme i lukket kuglegrill. Så for at undgå HCA i kødet synes tilberedning ved indirekte varme i lukket kuglegrill at være en fornuftig løsning.

Udvælgelse_PAH

Der blev analyseret for PAH på 18 kødprøver, der var udvalgt til at dække de forskellige tilberedningsmetoder. Der blev analyseret på en prøve pr. tilberedning. De udvalgte tilberedninger var:

Svinekam:

Åben 65 °C, lukket 65 °C, åben 72 °C +/- stanniol, lukket 72 °C +/- stanniol

Svinekotelet:

Åben 65 °C, lukket 65 °C, gas 65 °C, åben 72 °C, lukket 72 °C, gas 72 °C

Oksebøf:

Åben 65 °C, lukket 65 °C, gas 65 °C, åben 72 °C, lukket 72 °C, gas 72 °C

Resultat_PAH

De målte koncentrationer af PAH i kødprøverne er vist i tabel 2. PAH angives ofte som summer, hvor PAH 4 er den oftest anvendte, idet denne sum anvendes i forhold til grænseværdier for humant indtag. Fra september 2012 er grænseværdien for sum PAH 4 i røgede kød- og fiskeprodukter sat til 30 µg/kg (EFSA, European Food Safety Authority). "Sum PAH 9" inkluderer de ni PAH-forbindelser, der er vurderet til at være kræftfremkaldende, dog findes der ikke en grænseværdi for humant indtag i relation til sum PAH 9. Bilag 10 indeholder alle PAH-resultater.

Tabel 2. Koncentrationer af "Sum PAH 4" og "Sum PAH 9" i de analyserede kødprøver. I bilag 10 er det angivet, hvilke PAH-forbindelser der indgår i de to summer.

Tilberedning			Sum PAH 4 µg/kg	Sum PAH 9 µg/kg
Svinekam	65 °C	åben	0,1	0,8
Svinekam	65 °C	lukket	<0,1	3,3
Svinekam	72 °C	åben + stanniol	<0,1	<0,1
Svinekam	72 °C	lukket + stanniol	Prøven gik tabt	
Svinekam	72 °C	åben - stanniol	<0,1	0,1
Svinekam	72 °C	lukket - stanniol	<0,1	0,2
Oksefilet	65 °C	gas	<0,1	1,1
Oksefilet	65 °C	åben	<0,1	<0,1
Oksefilet	65 °C	lukket	<0,1	<0,1
Oksefilet	72 °C	gas	<0,1	<0,1
Oksefilet	72 °C	åben	<0,1	0,6
Oksefilet	72 °C	lukket	<0,1	0,3
Svinekotelet	65 °C	gas	<0,1	0,5
Svinekotelet	65 °C	åben	<0,1	0,5
Svinekotelet	65 °C	lukket	<0,1	0,5
Svinekotelet	72 °C	gas	<0,1	0,2
Svinekotelet	72 °C	åben	<0,1	1,7
Svinekotelet	72 °C	lukket	<0,1	1,1

Som det ses af tabel 2, var indholdet af sum PAH 4 meget lavt i samtlige prøver. Det grillede kød i dette forsøg var således langt under grænseværdien på 30 µg/kg. Med hensyn til sum PAH 9 ses det, at der for svinekam tilberedt ved indirekte varme i lukket kuglegrill blev målt en koncentration på 3,3 µg/kg. Det var det højeste målte niveau i de analyserede kødprøver. Dette kan muligvis relateres til den længere tilberedningstid for kam sammenlignet med kotelet og bøf.

For tilberedning af kotelet og bøf ses en tendens til stigning i sum PAH 9 med stigende centrumstemperatur ved tilberedning med kul (åben og indirekte varme), dog er der kun analyseret en prøve fra hver behandling, hvorfor dette blot er en tendens.

Opsamling HCA og PAH

Dannelsen af HCA var relateret til tid og temperatur, og det var således i kød tilberedt til 72 °C i centrum, der var målbart indhold af HCA. Dette niveau var højest i steg, som også havde den længste tilberedningstid. Det højeste indhold af PAH (sum PAH 9) blev ligeledes fundet i en steg. Dette niveau var dog markant lavere end de kendte grænseværdier for indtaget af PAH (sum PAH 4).

Tilberedning af kotelet og bøf på gasgrill til 72 °C gav anledning til målbare koncentrationer af HCA (PhiP), hvilket ikke var tilfældet for de tilsvarende tilberedninger med kul (direkte og indirekte). Dette er formentlig en konsekvens af længere tilberedningstid, idet koteletter blev stegt 5 - 8 min længere på gasgrill for at opnå en centrumstemperatur på 72 °C sammenlignet med tilberedning direkte over kul og ved indirekte varme (se bilag 2). Det er bemærkelsesværdigt, at koncentrationen af PhiP i oksebøffer var højere ved tilberedning på gasgrill sammenlignet med svinekoteletter. Det tyder således på, at der er grund til at være mere opmærksom under tilberedning af oksekød, især hvis kødet gennemsteges (72 °C). Dog skal det understreges, at observationen er baseret på 4 prøver.

Der var ingen forskel mellem okse- og svinekød med hensyn til indholdet af PAH.

Grill-råd

Baseret på resultaterne fra dette forsøg kan det generelt tilrådes at:

1. tilberede kødet til 65 °C i centrum og vende det ofte. Derved opnås det mest saftige og samtidig mest sikre kød mht. indhold af kræftfremkaldende stoffer
2. pakke større stykker kød, som f.eks. stege, ind i stanniol, hvis kødet skal tilberedes direkte over kul, det mindsker indholdet af HCA

Konklusion

I relation til spisekvalitet af kotelet og steg opnås den største grad af saftighed ved tilberedning til 65 °C uanset grill-type, dog synes intensiteten af saftighed generelt at være højest ved tilberedning ved indirekte varme sammenlignet med gasgrill og direkte over kul. Den mest intense stegte kødsmag (ikke branket) blev opnået for koteletter ved tilberedning til 72 °C uanset grill-type. Tilberedning af stege til 72 °C gav anledning til branket lugt og smag, dog blev intensiteten af de brankede engeskaber tydeligt mindsket, når stegen var pakket ind i folie, men dette gav så anledning til en højere intensitet af uønsket grisesmag.

Der kunne påvises PhiP i 5 ud af 9 undersøgte tilberedningsmetoder og MelQx i to metoder. Der var en tydelig tendens til, at flere kødprøver tilberedt på gasgrill (til 72 °C) havde et målbart indhold af PhiP sammenlignet med de øvrige undersøgte tilberedningsmetoder.

Indholdet af PAH, angivet som sum PAH 4, var lavt max. 0,1 µg/kg og dermed markant lavere end grænseværdien på 30 µg/kg (EFSA).

Forsøgsdesign



Medium



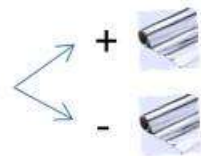
Well-done



Medium



Well-done



Medium



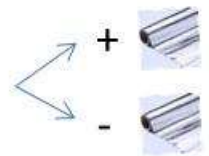
Well-done



Medium



Well-done



Medium



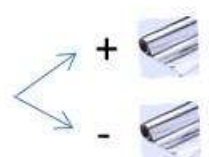
Well-done



Medium



Well-done



Forbehandling af svinekoteletter

Modtagelse og opbevaring Hele vakuumpakkede svinekamme modtages 10. juni 2011, vakuumpakkes og lægges på køl ved 0 °C indtil tilberedning og bedømmelse.

Forbehandling De hele kamme finpudses, så kun sølvhinden sidder tilbage. Af hver kam slices 3 x 5 koteletter efter randomiseret udskæringsplan.

Behandling 1: Åben grill tilberedt til 65 °C, ca. tilberedningstid = 8 min

Behandling 2: Åben grill tilberedt til 72 °C, ca. tilberedningstid = 10 min

Behandling 3: Lukket grill, tilberedt til 65 °C, ca. tilberedningstid = 7 min

Behandling 4: Lukket grill, tilberedt til 72 °C, ca. tilberedningstid = 8 - 9 min

Behandling 5: Gasgrill tilberedt til 65 °C, ca. tilberedningstid = 10 min

Behandling 6: Gasgrill tilberedt til 72 °C, ca. tilberedningstid = 15 - 18 min

Alle koteletter er vendt hvert minut. Grillbriketterne er bredt ud på kulristen ved både åben og lukket grillmetode. Varmen på åben og lukket grill er mest intens ved opstart og bliver så "mindre varm", når briketterne begynder at brænde ud.

Gasgrill - koteletter stegt med låget åbent.

Alle koteletter vejes samlet før og efter grilning for hver behandling.

Koteletterne deles i to stykker, og endeskiverne skæres fra. Hver dommer får en halv kotelet.

Forbehandling af svinekam (steg)

<i>Modtagelse og opbevaring</i>	Hele vakuumpakkede svinekamme modtages 10. og 24. juni 2011, vakuumpakkes og lægges på køl ved 0 °C indtil tilberedning og bedømmelse.
<i>Forbehandling</i>	De hele kamme finpuds, så kun sølvhinden sidder tilbage. Hver kam deles i to stykker efter udskæringsplanen.

Alle stege vejes før og efter grilning for hver behandling.

Behandling 1: Åben grill tilberedt til 65 °C, vendt hvert 2. minut

Behandling 2: Åben grill tilberedt til 72 °C (- indpakning) vendt hvert 2. minut

Behandling 3: Åben grill tilberedt til 72 °C (+ indpakning) vendt hvert 15. minut

Behandling 4: Lukket grill, tilberedt til 65 °C vendt hvert 15. minut

Behandling 5: Lukket grill, tilberedt til 72 °C (- indpakning) vendt hvert 15. minut

Behandling 6: Lukket grill, tilberedt til 72 °C (+ indpakning) vendt hvert 15. minut

Behandling 7: Gasgrill tilberedt til 65 °C vendt hvert 2. minut

Behandling 8: Gasgrill tilberedt til 72 °C (- indpakning) vendt hvert 2. minut

Behandling 9: Gasgrill tilberedt til 72 °C (+ indpakning) vendt hvert 15. minut

Åben grill: Her har stegene ligget direkte på risten over kullene, som har været fordelt på kulristen i et lag, men der er meget varmt i grillen den første time efter opstart.

Lukket grill: Temperaturen har varieret mellem 160 og 230 °C med et gennemsnit på 180 °C. Kullene har været placeret i siderne, så stegene fik indirekte varme.

Gasgrill: Temperaturen har typisk varieret mellem 150 og 200 °C med et gennemsnit på 170 °C. Der er stegt med lukket låg og uden gas i den midterste brænder.

Stegetiden var afhængig af centrumstemperatur, og om stegene var pakket ind i stanniøl. Generelt var stegetiderne mellem 40 og 60 min.

Produkt: Svinekoteletter (grill)

Egenskab	Sans	Skala	Ordforklaring
<i>Se på overfladen og bedøm farven</i>			
Brun overflade	UDSEENDE	Lys → mørk	Intensitet af farve på overfladen fra lys til mørk (branket)
<i>Bedøm lugt på hele stykket</i>			
Branket lugt	LUGT	Lidt → meget	Intensitet af branket lugt på hele stykket
Stegt kød lugt	LUGT	Lidt → meget	Intensitet af stegt kødlugt på hele stykket
<i>Skær begge skorper fra kødet. Tag begge stykker i munden og bedøm</i>			
Branket	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af branket smag i kanterne
<i>Skær kødet over på langs. Tag det ene stykke og bedøm smagene</i>			
Gennemstegthed	Udseende	Rosa → Gennemstegt	Stegt farve går fra rosa til gennemstegt i egen skæreflade
Branket	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af branket smag
Stegt kød	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af stegt kød smag
Syrlig	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af syrlig smag (frisk)
Sødlig	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af sødlig smag
Gris	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af grisesmag
Bitter	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af bitter smag
Metal	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af metallisk smag (pengemønt)
<i>Tag det sidste stykke og bedøm konsistensegenskaberne</i>			
Hårdhed, 1. bid	KONSISTENS	Lidt → meget	Intensitet af hårdhed ved 1. bid med kindtænderne i egen skæreflade
Knasende	KONSISTENS	Lidt → meget	Graden af knasende lyd under tygning
Trevlet	KONSISTENS	Lidt → meget	Mængden af kødtrevler, der forekommer under tygning
Saftighed	KONSISTENS	Lidt → meget	Mængden af kødsaft i munden efter ca. 5 tygninger
Smuldrende	KONSISTENS	Lidt → meget	Mængde af smulder, der fornemmes under tygning
Mørhed	KONSISTENS	Lidt → meget	Lethed hvormed kødet findeles under tygning

Bedømmelsesskala: Ustruktureret linie skala fra 0 til 15

Lavt tal = lav intensitet og højt tal = høj intensitet

Produkt: Steg (svinekam), grill

Egenskab	Sans	Skala	Ordforklaring
<i>Se på overfladen og bedøm farven</i>			
Farve, kant	UDSEENDE	Lys → mørk	Intensitet af farve på kanten fra lys til meget mørk (branket)
Gennemstegthed	Udseende	Rosa → Gennemstegt	Stegt farve går fra rosa til gennemstegt
<i>Bedøm lugt på hele stykket</i>			
Branket	LUGT	Lidt → meget	Intensitet af branket lugt på hele stykket
Stegt lugt	LUGT	Lidt → meget	Intensitet af stegt svinekødskødlugt på hele stykket
<i>Skær begge skorper fra kødet. Tag dem i munden og bedøm</i>			
Branket	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af branket smag i kanterne
<i>Del skiven i tre stykker. Tag det ene stykke og bedøm smagene</i>			
Branket	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af branket smag
Svinekød	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af svinekødssmag
Syrlig	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af syrlig smag (frisk)
Sødlig	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af sødlig smag
Gris	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af grisesmag
Bitter	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af bitter smag
Metal	SMAG	Lidt → meget	Intensitet af metallisk smag (pengemønt)
<i>Tag det sidste stykke og bedøm konsistensegenskaberne</i>			
Hårdhed, 1. bid	KONSISTENS	Lidt → meget	Intensitet af hårdhed ved 1. bid med kindtænderne i egen skæreflade
Knasende	KONSISTENS	Lidt → meget	Graden af knasende lyd under tygning
Trevlet	KONSISTENS	Lidt → meget	Mængden af kødtrevler, der forekommer under tygning
Saftighed	KONSISTENS	Lidt → meget	Mængden af kødsaft i munden efter ca. 5 tygninger
Smuldrende	KONSISTENS	Lidt → meget	Mængde af smulder, der fornemmes under tygning
Mørhed	KONSISTENS	Lidt → meget	Lethed hvormed kødet findeles under tygning

Bedømmelsesskala: Ustruktureret linieskala fra 0 til 15

Lavt tal = lav intensitet og højt tal = høj intensitet

Farveskala til vurdering af overfladefarve på koteletter



1 2 3 4 5

Farveskala til vurdering af overfladefarve på oksebøffer



1 2 3 4 5

Farveskala anvendt til bedømmelse af stege



Sensorisk profilanalyse: Intensitet af alle egenskaber bedømt for kotelet (gennemsnit over 7 dommere og 6 gentag). Bogstaver inden for række angiver signifikante forskelle på 5 % niveau med Bonferroni LSD.

	Åben 65	Åben 72	Lukket 65	Lukket 72	Gas 65	Gas 72
Udseende						
Brun_overflade	8,7 ^a	8,6 ^b	4,5 ^d	6,7 ^c	9,1 ^{ab}	10,5 ^a
Gennemstegthed	7,3 ^b	10,7 ^a	6,5 ^b	9,3 ^a	6,0 ^b	9,3 ^a
Lugt						
Stegt_L	6,6 ^{ab}	7,3 ^a	5,5 ^b	6,0 ^{ab}	6,9 ^{ab}	7,6 ^a
Branket_L	3,7 ^{ab}	2,1 ^b	3,4 ^{ab}	4,6 ^a	2,5 ^b	2,5 ^b
Smag						
Branket_Skorp_S	3,4	3,9	3,1	4,6	3,1	3,6
Branket_S	2,0	1,6	1,6	2,8	1,9	2,0
Stegt_kod_S	6,1 ^{ab}	7,1 ^a	5,4 ^b	6,3 ^{ab}	6,5 ^{ab}	6,8 ^a
Syrlig_S	6,2 ^{ab}	5,9 ^{ab}	6,6 ^a	5,7 ^b	6,3 ^a	5,4 ^b
Sodlig_S	2,3	2,3	2,1	2,5	2,5	2,6
Grise_S	2,0	2,1	2,6	1,4	1,3	1,8
Bitter_S	3,1	2,8	3,1	3,2	3,0	3,4
Metal_S	2,8	2,1	2,8	2,2	2,2	2,1
Konsistens						
Haardhed_K	5,8 ^b	7,8 ^a	5,6 ^b	6,2 ^b	5,3 ^b	6,5 ^b
Knasende_K	6,1	6,3	6,3	6,2	5,9	6,1
Trevlet_K	2,3	2,7	2,2	2,5	2,1	2,8
Saftighed_K	9,0 ^a	5,6 ^c	9,1 ^a	7,0 ^b	9,0 ^a	6,6 ^{bc}
Smuldrende_K	4,1	4,3	3,9	5,0	4,1	4,2
Morhed_K	8,5 ^{ab}	6,5 ^c	8,5 ^{ab}	8,3 ^b	9,5 ^a	8,0 ^b

Sensorisk profilanalyse: Intensitet af alle egenskaber bedømt for steg (gennemsnit over 8 dommere og 6 gentag). Bogstaver inden for række angiver signifikante forskelle på 5 % niveau med Bonferroni LSD.

	Åben 65	Åben 72	Åben 72 folie	Lukket 65	Lukket 72	Lukket 72 folie	Gas 65	Gas 72	Gas 72 Folie
Udseende									
Farve_kant	12,1 ^{ab}	13,1 ^a	3,0 ^e	5,2 ^{cd}	5,9 ^c	0,8 ^f	10,8 ^b	11,1 ^b	4,0 ^{de}
Gennemstegthed	11,6 ^{ab}	12,7 ^a	10,7 ^b	8,0 ^c	8,6 ^c	10,5 ^b	10,8 ^b	12,0 ^{ab}	10,7 ^b
Lugt									
Branket_L	7,2 ^a	7,2 ^a	0,4 ^c	0,3 ^c	0,6 ^c	0,1 ^c	3,9 ^b	4,9 ^b	0,3 ^c
Stegt_L	6,5 ^{ab}	6,1 ^{ab}	5,2 ^{ab}	5,7 ^{ab}	6,3 ^{ab}	4,2 ^b	7,7 ^a	7,2 ^{ab}	5,8 ^{ab}
Smag									
Branket_skorp_S	9,0 ^{ab}	10,5 ^a	0,3 ^d	1,2 ^d	1,7 ^d	0,1 ^d	6,1 ^c	7,3 ^{bc}	0,58 ^d
Branket_S	0,6	0,6	0,1	0,2	0,3	0,1	0,5	0,3	0,10
Svinekod_S	7,8	7,4	7,0	7,5	7,3	7,6	7,5	7,5	7,2
Syrlig_S	6,4 ^{abc}	6,1 ^{cb}	6,8 ^{abc}	7,2 ^a	6,6 ^{abc}	7,0 ^{ab}	5,9 ^c	6,4 ^{abc}	6,5 ^{abc}
Sodlig_S	2,9	3,0	2,5	2,5	2,8	2,6	2,8	2,9	2,5
Grise_S	1,8 ^d	2,7 ^{abcd}	4,1 ^a	2,3 ^{cd}	2,2 ^{cd}	2,9 ^{abcd}	2,2 ^{cd}	2,3 ^{cd}	2,5 ^{bcd}
Bitter_S	3,2	3,4	3,5	2,7	2,9	2,9	3,0	3,2	3,0
Metal_S	2,8	2,8	3,1	3,2	2,9	2,9	2,6	2,7	2,5
Konsistens									
Haardhed_K	4,7 ^b	5,1 ^a	5,9 ^a	4,5 ^b	5,7 ^a	5,7 ^a	5,1 ^{ab}	5,1 ^{ab}	5,8 ^a
Knasende_K	4,7	4,6	5,1	4,4	4,3	4,6	5,0	4,5	4,6
Trevlet_K	1,0	1,2	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,1	1,5
Saftighed_K	7,9 ^{ab}	5,4 ^d	6,3 ^{cd}	9,1 ^a	7,0 ^{bc}	6,6 ^c	6,8 ^{bc}	5,6 ^d	6,1 ^{cd}
Smuldrende_K	6,4 ^a	7,2 ^a	6,9 ^a	5,3 ^b	6,4 ^{ab}	7,0 ^a	6,5 ^a	7,3 ^a	6,7 ^a
Morhed_K	10,8 ^a	9,7 ^b	8,5 ^c	9,8 ^b	9,2 ^{bc}	8,9 ^{bc}	9,8 ^b	9,7 ^b	9,0 ^{bc}

Indhold af HCA i udvalgte kødprøver

Kamsteg fra svin. Koncentrationerne af HCA er angivet som µg/g kød. Der er for hver udvalgt behandling (tilberedning) udført 4 gentag (4 prøver er tilfældigt udvalgt blandt de 6 prøver, der blev tilberedt). Notationen "-" og "+" henviser til, om stegen var pakket ind i stanniol (+) eller ikke (-). Koden "åben 72,1 -" skal læses som "Tilberedt direkte over kul til en centrumstemperatur på 72 °C uden stanniol, prøve 1"

	2-amino-3,4,8-trimethyl- imidazo[4,5-f]quinoxaline	MeIQ	MeIQx	IQ	PhiP 2-Amino-1-methyl-6- phenylimidazo[4,5- b]pyridin
Åben 72,1 -	< 10	< 10	0,0005	< 10	0,0008
Åben 72,3 -	< 10	< 10	0,0004	< 10	0,0042
Åben 72,3 -	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0014
Åben 72,5 -	< 10	< 10	0,0007	< 10	0,0030
Åben 72,1 +	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Åben 72,3 +	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Åben 72,4 +	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Åben 72,5 +	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0010
Lukket 72,1 -	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 72,3 -	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 72,4 -	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 72,5 -	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Gas 72,1 -	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Gas 72,3 -	< 10	< 10	0,0005	< 10	0,0040
Gas 72,4 -	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0019
Gas 72,5 -	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0013

Svinekotelet. Koncentrationerne af HCA er angivet som µg/g kød. Der er for hver udvalgt behandling (tilberedning) udført 4 gentag (4 prøver er tilfældigt udvalgt blandt de 6 prøver, der blev tilberedt). Koden "Lukket 65,1" skal læses som "Tilberedt i lukket kuglegrill ved indirekte varme til en centrumstemperatur på 65 °C, prøve 1"

	2-amino-3,4,8-trimethyl-imidazo[4,5-f]quinoxaline	MelQ	MelQx	IQ	PhiP 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridin
Lukket 65,1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 65,2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 65,4	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 65,6	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Gas 72,1	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0014
Gas 72,2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Gas 72,4	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Gas 72,6	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0019

Oksebøffer (steaks) Koncentrationerne af HCA er angivet som µg/g kød. Der er for hver udvalgt behandling (tilberedning) udført 4 gentag (4 prøver er tilfældigt udvalgt blandt de 6 prøver, der blev tilberedt). Koden "Gas 72,1" skal læses som "Tilberedt på gasgrill til en centrumstemperatur på 72 °C, prøve 1"

	2-amino-3,4,8-trimethyl-imidazo[4,5-f]quinoxaline	MelQ	MelQx	IQ	PhiP 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridin
Åben 72,1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Åben 72,2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Åben 72,3	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Åben 72,4	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Gas 72,1	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0018
Gas 72,2	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0021
Gas 72,3	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0034
Gas 72,4	< 10	< 10	< 10	< 10	0,0022
Lukket 72,1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 72,2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 72,3	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Lukket 72,4	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Indhold af PAH i udvalgte kødprøver

PAH resultater DMRI			BaP	Chr	BaA	BbF	Sum PAH 4	Sum PAH 9	Sum PAH 17
Svinekam	65°C	åben	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,8	8,0
Svinekam	65°C	lukket	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	3,3	11,6
Svinekam	72°C	åben, med indpakning	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,7
Svinekam	72°C	lukket, med indpakning	Prøven gik desværre tabt						
Svinekam	72°C	åben, uden indpakning	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	6,5
Svinekam	72°C	lukket, uden indpakning	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	3,8
Oksefilet	65°C	gas	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	10,3
Oksefilet	65°C	åben	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	5,4
Oksefilet	65°C	lukket	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	17,2
Oksefilet	72°C	gas	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,5
Oksefilet	72°C	åben	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	4,2
Oksefilet	72°C	lukket	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	10,8
Svinekotelet	65°C	gas	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	3,8
Svinekotelet	65°C	åben	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	4,3
Svinekotelet	65°C	lukket	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	4,8
Svinekotelet	72°C	gas	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	5,3
Svinekotelet	72°C	åben	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	1,7	4,1
Svinekotelet	72°C	lukket	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	5,3

BaP = Benzo[a]pyren; Chr = Chrysen; BaA = Benz[a]anthracen; BbF = Benzo[b]fluoranthen

Sum PAH 4 = BaP + Chr + BaA + BbF (EFSA grænseværdi for røget og varmebehandlet fisk og kød = 30 µg/kg)

Sum PAH 9 = PAH4 + BbF+BkF+DBahA+BghiP+IcP+BjF (De stoffer der er vurderet som kræftfremkaldende)

Sum PAH 17 = PAH9+ Pyren+BeP+Acy+Acn+Ant+Flu+Phe+FLA