



Rapport

Innovativ detailpakning: optimering gennem nye gasblandinger

Betydning af pakkegas for kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød

2. juli 2014
Proj.nr. 2002308-13
Version 1
MATN/MT

Mari Ann Tørngren

Baggrund

Iltfri pakning af hakket oksekød giver kødet en forbedret spisekvalitet sammenlignet med traditionel pakning i højoxygen MAP (Clausen, 2005), idet lipid- og proteinoxidation under lagring minimeres (Jongberg et al., 2011). Senere har Esmer et al. vist, at ved anvendelse af 3-gasblandinger med ilt (O_2), kuldioxid (CO_2) og nitrogen (N_2) er det muligt at sænke oxygeniveauet i MA-pakket hakket oksekød. De fandt, at pakning i 50% O_2 + 30% CO_2 + 20% N_2 medførte den bedste kvalitetsbevarelse, og at der kunne opnås acceptabel farve, mikrobiologi og oxidativ stabilitet i op til 14 dage ved 4°C. En øgning i kuldioxidniveauet fra 50 til 70% resulterede i øget lipidoxidation og dårligere farvestabilitet, mens der ingen negativ effekt var på farvestabiliteten ved at sænke oxygen fra 70% til 50% (Esmer et al. 2011).

I 2013 gennemførte DMRI et screeningsforsøg med sammenligning af forskellige pakkegassers betydning for holdbarhed. Indholdet af oxygen blev varieret mellem 40 og 80%, kuldioxid mellem 20 og 40% og nitrogen mellem 0 og 40%. Forsøget viste, at rå lugt og udseende påvirkes af pakkegassens sammensætning, og at hakket oksekød MA-pakket 2 dage efter slagting i 40% O_2 og 20-40% CO_2 bevarer både lugt og udseende acceptabelt i 7-8 dage ved 5°C, mens der ved pakning i 50% O_2 med 20-40% CO_2 opnås 10-11 dage ved 5°C. Lugt og udseende bevares bedst ved MA-pakning i traditionel pakkegas med 80% O_2 og 20% CO_2 , hvor lugt og udseende var acceptable i ca. 12 dage.

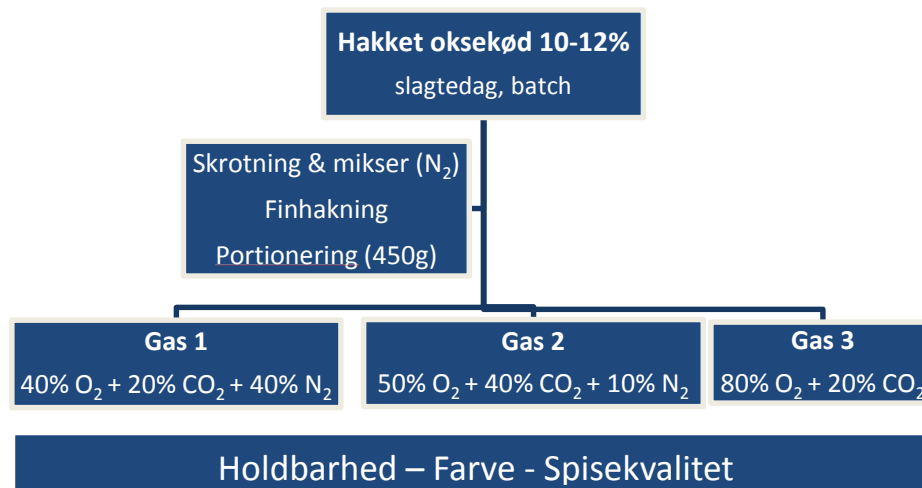
Adskillige undersøgelser på svinekød har vist, at fersk og marineret svinekød med fordel kan pakkes i kun 40% O_2 , idet spisekvaliteten forbedres uden at gå på kompromis med holdbarheden (Tørngren et al., 2013). Om samme effekt kan opnås for oksekød, dokumenteres i nærværende rapport.

Formål

At undersøge effekten af pakkegas på holdbarhed og spisekvalitet af detailpakket hakket oksekød ved varierende O_2 -, CO_2 - og N_2 -indhold i pakkegassen.

Fremgangsmåde

Der blev anvendt uspecificerede råvarer med 10-12% fedt. Alt kød var fra dyr slagtet samme dag. Råvarerne blev grovhakket (10-12 mm), mikset (10-12% fedt, N₂ som kølegas) og finhakket industrielt 6 dage efter slagtning. Hakkekødet blev efterfølgende detailpakket i tre forskellige pakkegasser sammensat af O₂, CO₂ og N₂, hvorefter det blev lagret i op til 13 dage ved 5°C med belysning i 1200 lux fra kl. 07.00-19.00 dagligt.



Figur 1. Forsøgsdesign for bedømmelse af kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød, MA-pakket i forskellige pakkegasser.

Kimtal og pigmentindhold blev analyseret på pakkedagen, mens rå lugt og farve blev vurderet løbende hen igennem lagringsperioden. Sensorisk profil blev gennemført efter 5 dages lagring. Følgende analyser er gennemført:

Råt kød

- **Uåbnet pakke:** farve (foto) og gasanalyse
- **Kødets udseende:** farvebedømmelse med karakter 1-4 (dag 0-13)
- **Kødets lugt:** lugtbedømmelse med karakter 1-4 (dag 0-13)

Tilberedt kød

- **Udseende, smag og tekstur:** sensorisk profil med skala 1-15 (dag 5)

Træningsprøver

6-7 kg tykkam (10-12% fedt) blev vakuumpakket samme dag, som det blev udbenet, hvorefter det blev lagret ved -18°C indtil optøning.

Lagringsforsøg

70 kg forfjerding (ca. 10-12% fedt) blev hakket, mikset (kølegas N₂) og portioneret 6 dage efter slagtning. Ved hjemkomst til DMRI blev kødet opbevaret ved maksimum 2°C, inden det blev MA-pakket samme dag.

Hakning og pakning **Træningsprøver**

Tykkam blev optøet ved 5°C i 2 døgn, hvorefter kødet blev hakket to gange og blandet umiddelbart inden MA-pakning. De sensoriske dommere blev trænet på følgende prøver:

- Gas 1: 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂, lagret i 5-6 dage
- Gas 3: 80% O₂ + 20% CO₂ + 0% N₂, lagret i 5-6 dage
- Friskhakket

Lagringsforsøg

Råvarerne blev grovhakket og mikset til 10-12% fedt i færdigvaren, hvorefter det blev finhakket (3 mm) og portioneret med 450 gram i hver bakke på danske kød-virksomheder. Herefter blev kødet kørt til DMRI, hvor det blev MA-pakket på en Multivac T200 traysealer i tre forskellige pakkegasser (tabel 1). De anvendte bakker var klare MAPET-bakker fra Færch plast (K 2190-53H) samt PET-film (Toplex HB PET EP 40 code 2600/040).

Tabel 1. Pakkegasser til lagringsforsøg af hakket oksekød i MAP.

3 x gasarter	GAS	O ₂	CO ₂	N ₂
3 x gasmix	1	40%	20%	40%
	2	50%	40%	10%
	3	80%	20%	0%

Lagring

Kødet blev lagret i op til 13 dage ved max. 5 °C i displaybelysning på 1200 lux fra kl. 07:00 til kl. 19:00.

Analyser

Psykrotrøft kimtal

Der blev udtaget 0-prøver til analyse for startkimtal fra 5 tilfældige bakker. På DMRI blev analyseret psykrotrøft kimtal på 25 gram repræsentativ prøve ifølge analyseforskrift 66009-ANF-108 – udgave 06.

Udseende og lugt

Lugt og udseende af det rå kød blev bedømt på pakkedagen og fire gange under lagring, henholdsvis dag 0, dag 5, dag 7, dag 9 og dag 13.

Dag 0: 5 bakker (uden gas) blev hentet og bedømt af 5 dommere umiddelbart efter åbning af pakken og igen efter 30 minutters afgang/blooming. I efterfølgende figurer er udelukkende vist bedømmelsen efter afgang.

Bedømmelse af udseende

1. Ingen misfarvning
2. Begyndende misfarvning
3. Tydelig misfarvning
4. Meget misfarvning

Bedømmelsesskala, lugt

1. Frisk lugt (kan være lidt syrlig)
2. Lidt afvigende lugt – men stadigvæk acceptabel
3. Tydelig afvigende lugt – uacceptabel
4. Meget afvigende lugt

Træning af panel

Der blev gennemført 2 træningssessioner på følgende tre prøvetyper:

- Gas 1: 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂, lagret i 5-6 dage
- Gas 3: 80% O₂ + 20% CO₂ + 0% N₂, lagret i 5-6 dage
- Friskhakked

Tykkam blev optøet i kølerum ved 5°C i 2 døgn. Kødet blev hakket 2 gange og blandet umiddelbart inden MA-pakning. Tilberedning og servering blev udført som beskrevet under profilbedømmelsen.

Profilbedømmelse

Tilberedning

Fra hver bakke blev formet 4 hakkebøffer på ca. 110 gram med en bøffermer med en diameter på ca. 9 cm (højde ca. 1,5 cm). Hakkebøfferne blev vejet inden tilberedning til beregning af stegesvind, hvorefter kødet blev tilberedt på en 170°C varm stegeplade til en centrumstemperatur på 63°C ± 1°C. Hakkebøfferne blev vejet igen efter tilberedning for beregning af stegesvind. Til bedømmelsen fik hver dommer serveret en prøve svarende til ½ hakkebøf.

Profilbedømmelse

Prøverne blev bedømt ved en profilanalyse af 8 trænede dommere med 6 gen-tag. Profilanalysen blev udført ved en 15 cm ustruktureret skala fra 0-15 (lidt-meget). Ved bedømmelsen var der særligt fokus på

- Farve i skærefluden, PMB
- Saftighed
- Smag – harsk og genopvarmet
- Tekstur – hårdhed og gummiagtig

Resultater

Råvarer

Fra den samlede batch blev udtaget prøver til analyse for pigmentindhold (ppm hemin) samt psykrotroft kimtal. Af tabel 2 ses, at variationen mellem prøverne er relativ lille, og batchen betragtes derfor som ensartet.

Tabel 2. Pigmentindhold (n=4) og startkimtal (n=5) for hakket oksekød på pakkedagen (5 dage efter slagtning).

	Pigment (ppm)	Psykrotroft kimtal (log cfu/g)
Middel	171	4,3
Spredning	6,6	0,18
Maksimum	181	4,5
Minimum	167	4,1

Holdbarhed

Under lagring af kød vil oxygenforbrugende processer, som fx mikrobiologisk vækst samt reaktion med myoglobin, opbruge oxygen (O_2) i headspace. Ved mikrobiologisk vækst vil der desuden dannes kuldioxid (CO_2) som følge af bakteriernes respiration.

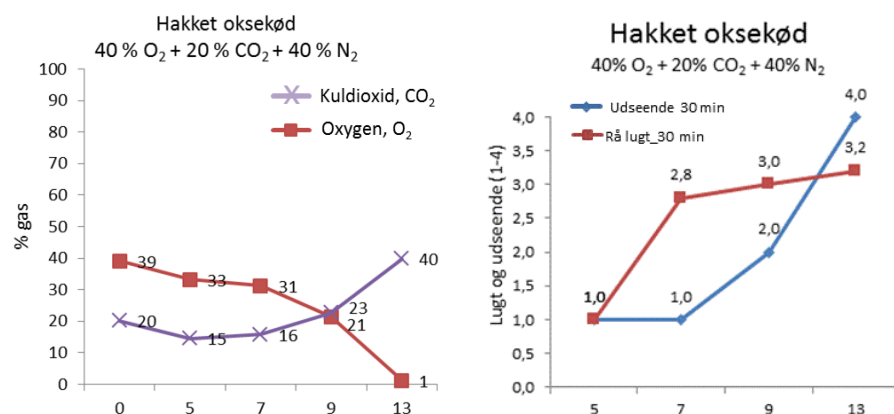
Bedømmelse: Lugt og udseende af det rå kød er bedømt af 4-5 dommere på en 4-trinsskala, hvor karakteren 1 = Frisk lugt/farve, 2 = Lidt afvigende lugt/farve (acceptabel), 3 = Tydelig afvigende lugt/farve (uacceptabel) og 4 = Meget afvigende lugt/farve.

Acceptgrænsen: defineres i denne rapport som det tidspunkt, hvor enten rå lugt eller udseende af kødet går fra acceptabelt (1 og 2) til uacceptabelt (3 og 4) og bestemmes ved første parameter, der når karakteren 2,5.

Følgende grafer viser, hvordan gassammensætningen ændres under lagring ved pakning i de tre pakkegasser, samt udviklingen i lugt og udseende efter åbning af pakken og 30 minutters afgasning af kødet.

MA-pakkes hakket oksekød i en pakkegas med 40% O_2 + 20% CO_2 + 40% N_2 , faldt kuldioxidkoncentrationen i headspace mellem dag 0 og dag 5, hvilket indikerer, at kuldioxid optages i kødet (figur 2, tv). Oxygenkoncentrationen falder langsomt de første 7 dage, hvilket sandsynligvis er en kombination af kemiske og mikrobiologiske oxygenforbrugende processer. Desuden ses, at oxygenindholdet falder kraftigt efter dag 7, samtidig med at kuldioxid stiger. Dette er et udtryk for respiration i pakken og indikerer, at der er betydelig mikrobiologisk vækst.

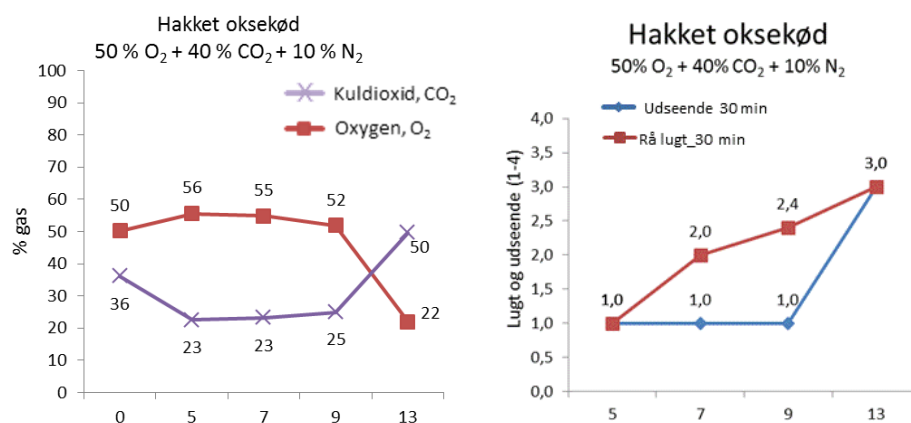
Afviselser i lugt og udseende begynder efter dag 5, hvor rå lugt stiger fra 1,0 til 2,8. Det betyder, at kødet går fra friskt til overvejende uacceptabelt i denne periode. Acceptgrænsen, ved karakteren 2,5, krydses efter ca. 6,5 dage, hvor lugt er den mest afvigende parameter. Kødets udseende begynder først at afvige efter 7 dages lagring, og acceptgrænsen for farve krydses først efter ca. 10 dage (figur 1, th).



Figur 2. Gassammensætning (n=5) samt lugt og udseende (n=25) for hakket oksekød MA-pakket i 40% O_2 + 20% CO_2 + 40% N_2 , lagret ved 5°C i op til 13 døgn.

MA-pakkes hakket oksekød i en pakkegas med 50% O₂ + 40% CO₂ + 10% N₂, falder kuldioxidkoncentrationen i headspace mellem dag 0 og dag 5, hvilket indikerer, at kuldioxid optages i kødet (figur 3, tv), og at oxygenkoncentrationen stiger som konsekvens heraf. Efter dag 9 falder oxygen kraftigt, samtidig med at kuldioxid stiger, hvilket indikerer, at der er betydelig vækst i pakken.

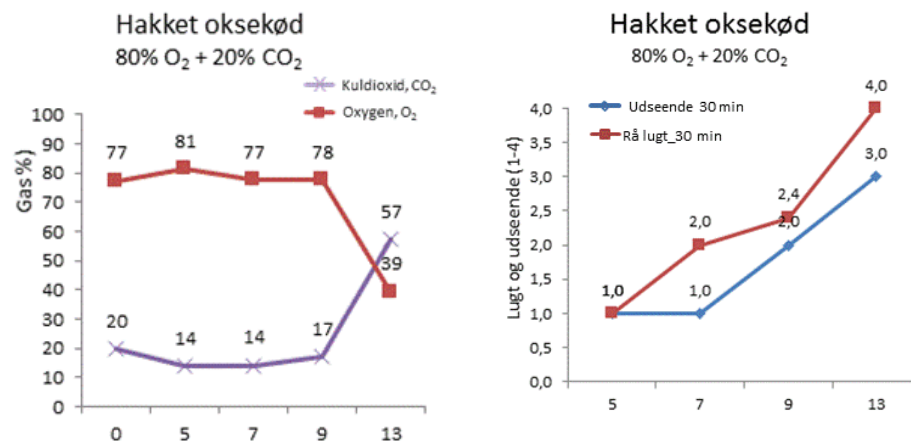
Afvisninger i rå lugt begynder efter dag 5, hvor den gennemsnitlige karakter stiger fra 1,0 til 2,0. På trods af begyndende afvisninger betragtes kødet stadig som overvejende acceptabelt i denne periode. Acceptgrænsen, ved karakteren 2,5, krydses efter ca. 9 dage, hvor lugt er den afvigende parameter. Udseendet begynder ligeledes at afvige efter 9 dages lagring, og acceptgrænsen for udseendet krydses efter ca. 12 dages lagring (figur 3, th).



Figur 3. Gassammensætning (n=5) samt lugt og udseende (n=25) for hakket oksekød MA-pakket i 50% O₂ + 40% CO₂ + 10% N₂, lagret ved 5°C i op til 13 døgn.

MA-pakkes hakket oksekød i en pakkegas med 80% O₂ + 20% CO₂, falder kuldioxidkoncentrationen i headspace mellem dag 0 og dag 5, hvilket indikerer, at kuldioxid optages i kødet (figur 4, tv). Efter dag 9 falder oxygen kraftigt, samtidig med at kuldioxid stiger, hvilket indikerer, at der, også for denne pakkegas, er betydelig vækst i pakken.

Afvisninger i rå lugt begynder efter dag 5 og stiger fra 1,0 til 2,0 mellem dag 5 og dag 7. Ved denne karakter er kødet stadig overvejende acceptabelt. Acceptgrænsen, ved karakteren 2,5, krydses efter ca. 9 dage, hvor lugt er den afvigende parameter. Udseendet begynder først at afvige efter 7 dages lagring, og acceptgrænsen for udseendet krydses efter ca. 11 dage (figur 4, th).



Figur 4. Gassammensætning (n=5) samt lugt og udseende (n=25) for hakket oksekød MA-pakket i 80% O₂ + 20% CO₂ og lagret ved 5°C i op til 13 døgn.

Acceptgrænser

I tabel 3 er angivet, på hvilket tidspunkt gennemsnitskarakteren for de 5 dommere krydser værdien 2,5, som er det tidspunkt, hvor lugt eller udseende går fra acceptabel til uacceptabel. For alle pakkegasser gælder, at lugtkarakteren bliver uacceptabel før farven. Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser på både svinekød og oksekød.

Tabel 3. Acceptgrænse for MA-pakket hakket oksekød.

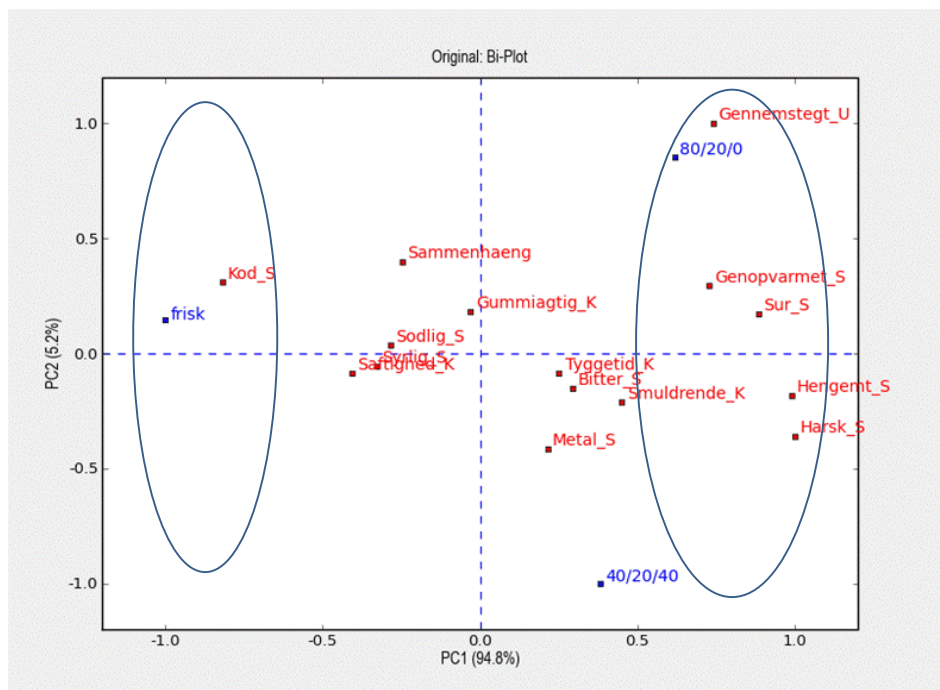
	40% O ₂ + 20% CO ₂ + 40% N ₂	50% O ₂ + 40% CO ₂ + 10% N ₂	80% O ₂ + 20% CO ₂
Lugt Karakter 2,5	6 ½ dage	9 dage	9 dage
Udseende Karakter 2,5	10 dage	12 dage	11 dage

Træning af panel

Træning

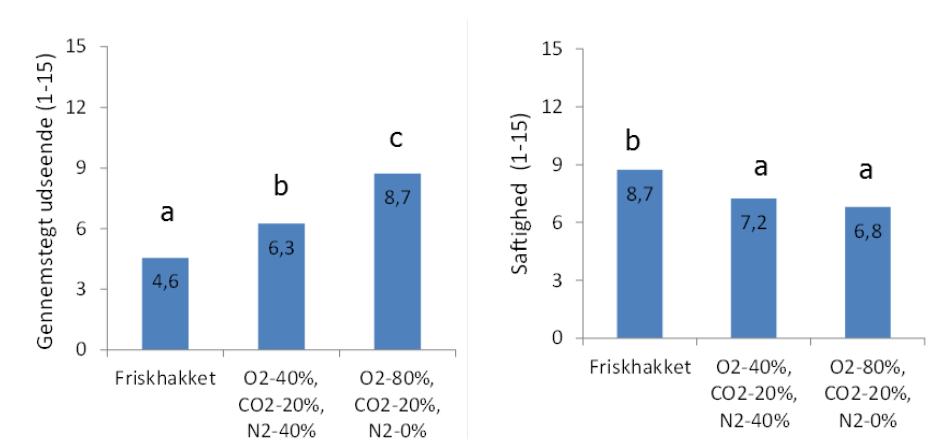
Træningen af det sensoriske panel blev udført på friskhakket oksekød og oksekød MA-pakket i hhv. 40% O₂ og 80% O₂. Disse to prøver blev anvendt for at træne dommerne i de forventede ekstremer på den sensoriske skala.

Figur 5 viser et bi-plot for de tre prøver og de sensoriske egenskaber, prøverne er korreleret til. PC1 redegør for 94,8% af variationen i data, hvilket betyder, at det primært er den vandrette adskillelse, der beskriver variationen mellem prøver. Ud fra de sensoriske egenskaber fremgår det, at PC1 forklarer smagsvariation i prøverne, hvor prøver til venstre, friskhakket oksekød, er karakteriseret ved kødsmag, mens prøver til højre, MAP i 80% O₂ + 20% CO₂ og 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂, er karakteriseret ved en harsk, hengemt og genopvarmet smag. PC2 forklarer kun 5,2% af variationen, men viser variation relateret til udseendet af det stegte kød, hvor anvendelse af MA-pakning i 80% O₂ + 20% CO₂ giver kødet et mere gennemstegt udseende end friskhakket oksekød og ved pakning i MAP med 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂.



Figur 5. Bi-plot for prøver og sensoriske egenskaber bedømt ved trænings-session (n=6).

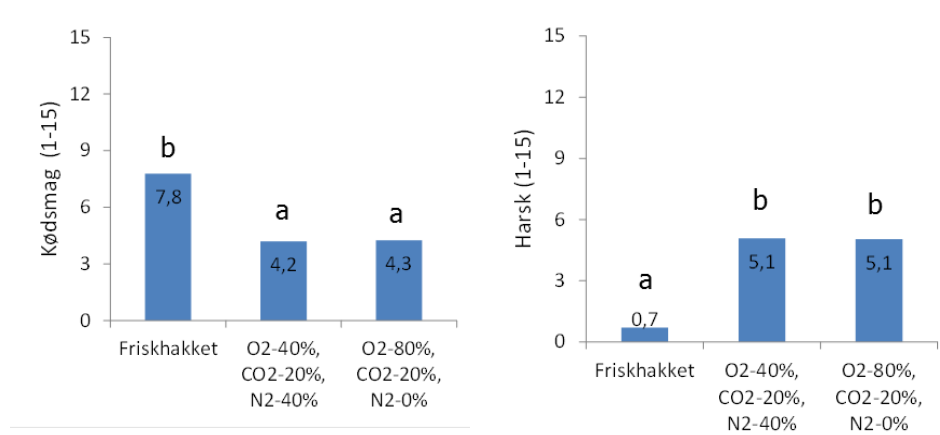
Af bilag 5 fremgår det, hvilke sensoriske egenskaber der varierer signifikant. Generelt adskiller friskhakket kød sig fra de to typer MA-pakning. Af nedenstående figurer er afbildet de mest signifikante egenskaber, hvor det fremgår, at hakket oksekød pakket i MAP med 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂ har et mindre gennemstegt udseende end kød pakket i 80% O₂ + 20% CO₂, mens friskhakket kød er mindst gennemstegt (figur 6, tv). Det betyder, at premature browning kan reduceres ved at anvende 40% O₂ i pakkegassen i stedet for 80% O₂.



Figur 6. Gennemstegt udseende og saftighed af hakket oksekød. Friskhakket eller MA-pakket i 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂ eller 80% O₂ + 20% CO₂ + 0% N₂, lagret i 5 dage ved 5°C (n=24).

Saftighed varierer også for de tre behandlinger, hvor et oxygenindhold reduceret til 40% O₂ ikke adskiller sig fra pakning i 80% O₂, sandsynligvis fordi kuldioxidindholdet i de to pakkegasser i begge tilfælde er 20%. Friskhakket oksekød er dog mere saftigt end oksekød pakket i MAP (figur 6, th).

Af figur 7 ses, hvordan kødsmag og harsk smag påvirkes af behandlingerne. Igen adskiller MA-pakkede prøver sig fra friskhakked oksekød, hvor det friskhakkede kød er karakteriseret ved mere intens kødsmag og mindre harsk smag end de MA-pakkede prøver. Der ses ingen adskillelse mellem de to pakkegasser.



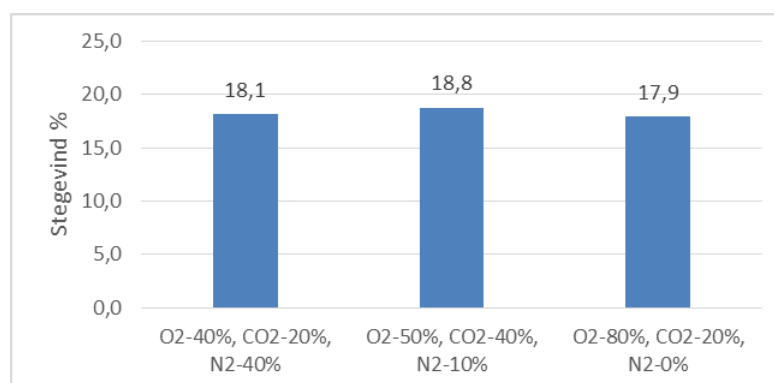
Figur 7. Signifikante egenskaber for hakket oksekød. Friskhakked eller MA-pakket i 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂ og 80% O₂ + 20% CO₂ + 0% N₂ og lagret i 5 dage (n=24).

Smagsbedømmelse

I den sensoriske bedømmelse blev sammenlignet tre forskellige MA-pakkede prøver: (1) 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂ (2) 50% O₂ + 40% CO₂ + 10% N₂ og (3) 80% O₂ + 20% CO₂ + 0% N₂.

Stegesvind

I forbindelse med tilberedning af prøverne blev hakkebøfferne vejet før og efter stegning til beregning af stegesvind. Af figur 8 fremgår det, at der er 0,7-0,9% større stegesvind, når indholdet af kuldioxid i pakkegassen øges fra 20% til 40% CO₂.



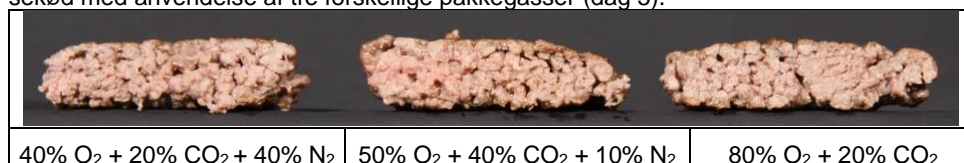
Figur 8. Stegesvind af hakkebøffer (110 g), tilberedt af MA-pakket hakket oksekød med tre forskellige pakkegasser og stegt på 170°C varm stegeplade til en centrumtemperatur på 63°C (n=6).

PMB

Premature browning er et fænomen, der typisk er relateret til kød pakket i MAP med højt indhold af oxygen, hvor iltet kød ser gennemstegt ud ved tilberedning til kun 55°C. Tabel 4 viser skæreflader af hakkebøffer, af kød pakket med de tre

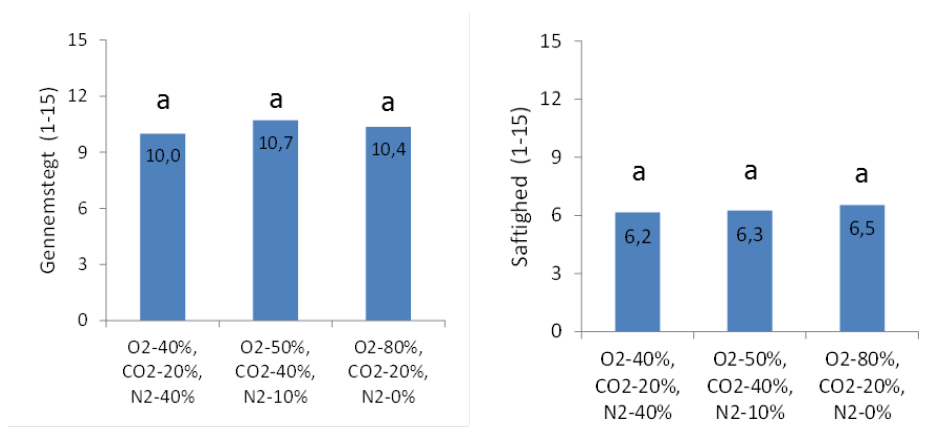
pakkegasser. Overordnet set har alle prøver gennemstegt udseende, selvom iltindholdet i pakningen er sænket ned til 40%. Dette tyder på, at pakkegasserne, uanset iltindhold, har formået at gennemilte kødet. Dette kan bekræftes af bilag 2, der viser overfladefarve og indre farve af det rå kød lige efter pakning.

Tablet 4. Skærefluden af hakkebøffer tilberedt til 60°C og formet af MA-pakket hakket oksekød med anvendelse af tre forskellige pakkegasser (dag 5).



Sensorisk profil

Udseende af hakkebøffernes skæreflade blev desuden bedømt i forbindelse med profilanalysen (figur 9, tv). Der er en tendens til, at hakkebøffer, MA-pakket med 40% O₂, har et lidt mindre gennemstegt udseende end for de øvrige pakkegasser, men denne er ikke signifikant (p=0,095). Af figur 9, th ses, at det forhøjede stegesvind på 0,7-0,9% ved øget CO₂ i pakkegassen ikke har påvirket saftigheden signifikant (p=0,232).



Figur 9. Gennemstegt udseende og saftighed af hakkebøffer (110 g), tilberedt af MA-pakket hakket oksekød med tre forskellige pakkegasser og lagret i 5 dage. Tilberedning på en 170°C varm stegeplade til en centrumstemperatur på 63°C (n=48).

Af bilag 5 fremgår det, at der ikke kunne påvises nogen signifikant variation for de sensoriske egenskaber, hvilket betyder, at hakkebøffer formet af kød, der var MA-pakket med reduceret oxygenindhold, ikke har medført sensoriske kvalitetsforbedringer for kødet. De sensoriske analyser er gennemført 5 dage efter pakning, og det kan ikke afvises, at der på et senere tidspunkt i lagringsperioden vil være betydelige smagsforandringer, idet supplerende analyser foretaget i samarbejde med DTU Fødevareinstituttet viser, at pakning i 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂ reducerer lipidoxidation i forhold til pakning med både 50% og 80% O₂ (Spanos et al, 2014). Der vil også kunne forekomme teksturforandringer på et senere tidspunkt i lagringsperioden, da der er tegn på øget proteinoxidation, uanset pakkegas, ved længere tids lagring.

Konklusion

Holdbarheden af hakket oksekød begrænses af afvigelser i rå lugt. Dette gælder også, når oxygenindholdet sænkes til kun 40%. Varigheden af acceptabel lugt vil dog afhænge af pakkegassens sammensætning.

Det er muligt at reducere oxygenindholdet i MA-pakket hakket oksekød, uden at gå på kompromis med holdbarheden. Pakkes kødet i 50% O₂ i stedet for 80% O₂, samtidig med at kuldioxidindholdet øges fra 20% til 40%, vil holdbarheden ikke påvirkes betydeligt. Anvendes i stedet 40% O₂, vil holdbarheden forkortes med 2-4 dage.

Dannelse af lipidoxideringsprodukter (TBARS) er lavere ved MA-pakning i 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂ end ved pakning i 50% O₂ + 40% CO₂ + 10% N₂ og 80% O₂ + 20% CO₂. Disse forskelle har dog ikke betydning for den sensoriske kvalitet efter 5 dages lagring.

Guidelines for pakning af hakket oksekød

Det er ifølge nærværende undersøgelse ikke muligt at optimere både kvalitet og holdbarhed ved anvendelse 3-gas MAP. Derfor er følgende guidelines udarbejdet ud fra denne rapport samt tidligere DMRI-undersøgelser inden for kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød.

For maksimal **holdbarhed** anbefales at:

- hakke oksekød så tæt på slagtedagen som muligt, idet råvarens alder påvirker holdbarheden af det MA-pakkede oksekød. Nærværende undersøgelse peger på, at hakkes kødet 2 dage efter slagtning i stedet for 6 dage efter slagtning, vil holdbarheden kunne øges med 2-3 dage i detail ved 5°C.
- detailpakke hakket oksekød i 50% O₂ + 40% CO₂ + 10% N₂ eller 80% O₂ + 20% CO₂ og lagre kødet ved maksimum 5°C.

For maksimal **spisekvalitet** anbefales at:

- detailpakke hakket oksekød uden oxygen i pakkegassen. Derved er det muligt at optimere kødsmag og saftighed af det stegte kød, samtidig med at harsk smag og genopvarmet smag ('warmed over flavour') samt premature browning – reduceres. Holdbarheden for denne pakkegas er ikke undersøgt i nærværende undersøgelse, men forventes som minimum at være tilsvarende nuværende MA-pakning med højt iltindhold.













Hakket oksekød	O ₂	CO ₂	N ₂	Temp.
Spisekvalitet				
✓ ↓ Harsk – WOF – PMB	0%	30%	70%	2-5°C
✓ ↑ Kødsmag – Saftighed				
Holdbarhed				
Lugt: 9-12 dage	50%	40%	10%	2-5°C
Farve: 11-13 dage	80%	20%	-	

Referencer

1. Clausen (2005). Sensory evaluation of ground beef stored in different atmospheres. 51st International Congress of Meat Science and Technology, August 7-12, Baltimore, Maryland, USA.
2. Esmer, O.K., Irkin, R., Degirmencioglu, N., and Degirmencioglu, A. (2011). The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat Science* 88:221-226.
3. Jongberg, S, Skov, S. H, Tørngren, M.A., Skibsted, L. H. and Lund, M. L. (2011). Effect of white grape extract and modified atmosphere packaging on lipid and protein oxidation in chill stored beef patties. *Food Chemistry* 218, 276-283.
4. Tørngren, M. A., Darré, M. T. & Kristensen, L. (2013). Optimising the eating quality and shelf life of retail pork cuts using muscle-specific three-gas MA-packaging, 59th International Congress of Meat Science and Technology, Izmir, Turkey
5. Spanos, D., Baussá, L., Baron, C. P., Tørngren, M. A. (2014). Minimising protein oxidation in retail-packed minced beef using three-gas MA-packaging, 60th International Congress of Meat Science and Technology, Punta Del Este, Uruguay.


























Udseende af lukkede pakninger med tre forskellige pakkegasser

Bilag 1

Dag	40% O ₂ – 20% CO ₂ – 40% N ₂	50% O ₂ – 40% CO ₂ – 10% N ₂	80% O ₂ – 20% CO ₂ – 0% N ₂
5			
7			
9			
13			

Farve ved åbning af pakke (0 minutter)

Bilag 2

Dag	Blooming	40% O ₂ – 20% CO ₂ – 40% N ₂	50% O ₂ – 40% CO ₂ – 10% N ₂	80% O ₂ – 20% CO ₂ – 0% N ₂
0				
5	Overflade			
	Indre farve			
7	Overflade			
	Indre farve			
9	Overflade			
	Indre farve			
13	Overflade			
	Indre farve			

Lugt og udseende af råt kød, bedømt lige efter åbning

Bilag 3

Lab M Innovativ detailpakning af oksekød, lagringsforsøg november/ decemberi 2013, 2002308-13													
lugt, 0 min					lugt, 0 min					Accept	Uaccept		
0-prøve	25	0	0	0	25	100	0	0	0	100	0		
O2-40% CO2-20%	5	19	6	0	0	25	76	24	0	0	100	0	
	7	5	9	11	0	25	20	36	44	0	56	44	
	9	0	8	16	1	25	0	32	64	4	32	68	
	13	0	0	14	11	25	0	0	56	44	0	100	
O2-50% CO2-40%	5	16	9	0	0	25	64	36	0	0	100	0	
	7	5	19	1	0	25	20	76	4	0	96	4	
	9	0	12	13	0	25	0	48	52	0	48	52	
	13	0	0	20	5	25	0	0	80	20	0	100	
O2-80% CO2-20%	5	19	6	0	0	25	76	24	0	0	100	0	
	7	2	20	3	0	25	8	80	12	0	88	12	
	9	0	11	12	2	25	0	44	48	8	44	56	
	13	0	0	13	12	25	0	0	52	48	0	100	
udseende, 0 min					udseende, 0 min					Accept	Uaccept		
0-prøve	25	0	0	0	25	100	0	0	0	100	0		
O2-40% CO2-20%	5	20	5	0	0	25	80	20	0	0	100	0	
	7	15	10	0	0	25	60	40	0	0	100	0	
	9	5	15	5	0	25	20	60	20	0	80	20	
	13	0	0	6	19	25	0	0	24	76	0	100	
O2-50% CO2-40%	5	20	5	0	0	25	80	20	0	0	100	0	
	7	15	10	0	0	25	60	40	0	0	100	0	
	9	10	15	0	0	25	40	60	0	0	100	0	
	13	0	5	20	0	25	0	20	80	0	20	80	
O2-80% CO2-20%	5	20	5	0	0	25	80	20	0	0	100	0	
	7	15	10	0	0	25	60	40	0	0	100	0	
	9	15	10	0	0	25	60	40	0	0	100	0	
	13	0	10	15	0	25	0	40	60	0	40	60	
acceptabel, 0 min			acceptabel, 0 min			Accept	Uaccept						
0-prøve	25	0			25	100	0			100	0		
O2-40% CO2-20%	5	25	0		25	100	0			100	0		
	7	14	11		25	56	44			56	44		
	9	8	17		25	32	68			32	68		
	13	0	25		25	0	100			0	100		
O2-50% CO2-40%	5	25	0		25	100	0			100	0		
	7	24	1		25	96	4			96	4		
	9	12	13		25	48	52			48	52		
	13	0	25		25	0	100			0	100		
O2-80% CO2-20%	5	0	25		25	0	100			0	100		
	7	25	0		25	100	0			100	0		
	9	13	12		25	52	48			52	48		
	13	7	18		25	28	72			28	72		

Lugt og udseende af råt kød, bedømt 30 min efter åbning

Bilag 4

Lab M Innovativ detailpakning af oksekød, lagringsforsøg november/ decemberi 2013, 2002308-13													
lugt, 30 min					lugt, 30 min					Accept	Uaccept		
	1	2	3	4		1	2	3	4				
0-prøve					0-prøve								
	5	19	6	0	0	25	5	76	24	0	0	100	0
O2-40%	7	0	9	16	0	25	7	0	36	64	0	36	64
CO2-20%	9	0	2	21	2	25	9	0	8	84	8	8	92
	13	0	0	14	11	25	13	0	0	56	44	0	100
O2-50%					O2-50%								
	5	23	2	0	0	25	5	92	8	0	0	100	0
CO2-40%	7	0	21	4	0	25	7	0	84	16	0	84	16
	9	0	14	11	0	25	9	0	56	44	0	56	44
	13	0	0	19	6	25	13	0	0	76	24	0	100
O2-80%					O2-80%								
	5	20	5	0	0	25	5	80	20	0	0	100	0
CO2-20%	7	5	16	4	0	25	7	20	64	16	0	84	16
	9	0	15	7	3	25	9	0	60	28	12	60	40
	13	0	0	5	20	25	13	0	0	20	80	0	100
udseende, 30 min					udseende, 30 min								
	1	2	3	4		1	2	3	4	Accept	Uaccept		
0-prøve					0-prøve								
	5	20	5	0	0	25	5	80	20	0	0	100	0
O2-40%	7	15	10	0	0	25	7	60	40	0	0	100	0
CO2-20%	9	0	20	5	0	25	9	0	80	20	0	80	20
	13	0	0	5	20	25	13	0	0	20	80	0	100
O2-50%					O2-50%								
	5	19	6	0	0	25	5	76	24	0	0	100	0
CO2-40%	7	15	10	0	0	25	7	60	40	0	0	100	0
	9	15	10	0	0	25	9	60	40	0	0	100	0
	13	0	5	15	5	25	13	0	20	60	20	20	80
O2-80%					O2-80%								
	5	20	5	0	0	25	5	80	20	0	0	100	0
CO2-20%	7	15	10	0	0	25	7	60	40	0	0	100	0
	9	10	15	0	0	25	9	40	60	0	0	100	0
	13	0	10	10	5	25	13	0	40	40	20	40	60
acceptabel, 30 min					acceptabel, 30 min								
	1	2				1	2			Accept	Uaccept		
0-prøve					0-prøve								
	5	25	0		25	5	100	0		100	0		
O2-40%	7	9	16		25	7	36	64		36	64		
CO2-20%	9	2	23		25	9	8	92		8	92		
	13	0	25		25	13	0	100		0	100		
O2-50%					O2-50%								
	5	25	0		25	5	100	0		100	0		
CO2-40%	7	21	4		25	7	84	16		84	16		
	9	14	11		25	9	56	44		56	44		
	13	0	25		25	13	0	100		0	100		
O2-80%					O2-80%								
	5	25	0		25	5	100	0		100	0		
CO2-20%	7	21	4		25	7	84	16		84	16		
	9	15	10		25	9	60	40		60	40		
	13	0	25		25	13	0	100		0	100		

Tabel 5.1. Sensoriske egenskaber ved **trænings-session**. Sammenligning af friskhakket og MA-pakket hakket oksekød med forskellige pakkegasser O₂/CO₂/N₂ (n=3).

	Frisk Hakket	MAP 40/20/40	MAP 80/20/0	LSD	p-values	Niveau
Gennemstegt udseende	4,6a	6,3b	8,7c	1,17	0,000	***
Kødfavour	7,8b	4,2a	4,3a	1,66	0,000	***
Syrlig smag	4,5b	3,3ab	2,9a	1,27	0,048	*
Sødlig smag	4,0b	2,8a	2,7a	1,06	0,039	*
Bitter smag	2,9a	4,2b	4,1b	0,83	0,006	**
Metalfavour	1,1a	2,5b	1,8ab	0,78	0,008	**
Sur smag	0,7a	3,9b	4,9b	1,87	0,001	**
Genopvarmet	0,9a	3,4b	4,5b	1,79	0,002	**
Hengemt flavour	1,0a	5,1b	5,4b	2,24	0,001	**
Harsk flavour	0,71	5,1b	5,1b	1,78	0,000	***
Sammenhængende	6,0b	4,6a	5,2ab	1,05	0,031	*
Saftighed	8,7b	7,2a	6,8a	0,96	0,002	***
Gummiagtig	2,5	2,2	2,5	0,99	0,703	ns
Smuldrende	6,1a	8,1b	8,0b	1,20	0,004	**
Tyggetid	4,7a	5,7b	5,7b	0,92	0,035	*

Tabel 5.2. Sensoriske egenskaber ved **profilbedømmelse**. Sammenligning af MA-pakket hakket oksekød med forskellige pakkegasser O₂/CO₂/N₂ (n=6).

	MAP 40/20/40	MAP 50/40/10	MAP 80/20/0	LSD	p-values	Niveau
Gennemstegt udseende	10,0	10,7	10,4	0,65	0,095	ns
Kødfavour	4,8	5,1	5,0	0,54	0,396	ns
Syrlig smag	2,8	3,2	3,0	0,44	0,157	ns
Sødlig smag	3,4	3,7	3,6	0,43	0,205	ns
Bitter smag	3,9	4,0	4,1	0,58	0,810	ns
Metalfavour	1,3	1,4	1,6	0,27	0,124	ns
Sur smag	3,0	1,9	2,1	0,96	0,088	ns
Genopvarmet	3,8	4,3	3,5	1,13	0,309	ns
Hengemt flavour	4,7	3,6	3,9	1,31	0,214	ns
Harsk flavour	3,2	2,2	2,3	1,10	0,159	ns
Sammenhængende	5,5	5,0	5,3	0,48	0,101	ns
Saftighed	6,2	6,3	6,5	0,47	0,232	ns
Gummiagtig	4,5	4,9	4,7	0,75	0,506	ns
Smuldrende	7,2	7,2	6,8	0,49	0,209	ns
Tyggetid	6,8	6,5	6,9	0,72	0,541	ns