



Kølegassernes betydning for kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød

Innovativ detailpakning – optimering gennem nye gasblandinger

Mari Ann Tørngren

Baggrund

For at sikre kvaliteten af centralpakket hakket oksekød skal der være styring på temperaturen – både under produktion, transport og lagring. Derfor køles kødet under produktion til ca. 0°C i forbindelse med hakkeprocessen. Nedkølingen sker ved at tilføre flydende nitrogen, der har et meget lavt kogepunkt (-196°C) eller ved at tilføre flydende kuldioxid. Når flydende kuldioxid ekspanderer mod atmosfærens tryk, overgår den til sne eller tøris. Tørisen har en temperatur på -78°C, der i modsætning til almindelig is overgår direkte fra fast form til gasform, uden kondensering.

Den danske kødbranche anvender begge typer kølegas, derfor vil en del af det hakkede kød være kølet med CO₂ og andet kølet med N₂. Det er imidlertid uvist, om de to kølemetoder påvirker holdbarhed og kvalitet af slutproduktet. CO₂ optages hurtigt i kødets vandfase og omdannes til kulsyre, mens nitrogen er inert. Fra tidligere undersøgelser er det vist, at CO₂ forlænger holdbarheden men samtidig øger kogesvind og gør kødet mindre saftigt efter lagring i modificeret atmosfærepakning.

Formål

At undersøge kølegassernes betydning for holdbarhed og spisekvalitet af MA-pakket hakket oksekød.

Fremgangsmåde

Design

10 slagtekroppe fra samme slagtedag blev udvalgt, så de repræsenterede størstedelen af de dyr, der slagtes i Danmark. Forfjerdinger blev udbenet 5 dage efter slagting og hakket og pakket dagen efter udbening. Højre og venstre sider fra de 10 dyr blev fordelt i to kar og kørt til hakning og pakning på to forskellige fabrikker – én fabrik, der anvender CO₂-køling i mikseren og én fabrik, der anvender N₂-køling. Efter hakning blev kødet pakket i modificeret atmosfære med 70% O₂ og 30% CO₂ og transporteret til DMRI, hvor det blev kølelagret i displaybelysning i op til 13 dage (tabel 1). Under lagring blev der udtaget prøver til kvalitetsanalyse og holdbarhedsanalyse. Til dokumentation af kvalitetsforskelle blev udført sensorisk profilanalyse (smag, tekstur, saftighed), taget foto til dokumentation af premature browning (PMB) samt registreret stegesvind under tilberedning af kødet. Til dokumentation af holdbarhed blev analyseret for psykotroft kimaltal på pakkedagen samt bedømt lugt og udseende under lagring.

Table 1. Forsøgsdesign til sammenligning af kølegassers betydning for holdbarhed og kvalitet af hakket oksekød.

Faktorer	Forsøgsdesign	
1 x Råvare	Oksekød 8-12% fedt (Kategori 9 - 300 kg – 65 mdr. – form 3/4 – fedme 2 – farve 3/4)	
2 x Kølegas	Nitrogen (N ₂)	Kuldioxid (CO ₂)
1 x Pakning	MA-pakning 70% O ₂ + 30% CO ₂	
1 x Lagring	5°C – 1200 lux	

Råvare

10 køer (min 42 mdr.) blev slagtet den 13. marts 2014, og forparten blev udbenet den 19. marts 2014. For at sikre, at råvaren var så ens som muligt, blev kød fra dyrenes højre side udsortet i et kar til hakning under N₂-køling, og kød fra venstre side blev udsortet i et kar til hakning under CO₂-køling. Af tabel 2 fremgår kriterier for udvælgelse af dyr og data for de dyr, der indgik i forsøget. Inden for alder og formklasse afveg enkelte dyr fra udvælgelseskriterierne (bilag 1). Da alle dyr indgik i begge batch, vurderes det, at disse afvigelser er af mindre betydning.

Table 2. Udvalgelse af 10 slagtekroppe til forsøg.

	Udvælgelseskriterier	Udvalgte dyr
Slagtedag	13.03.2014	13.03.2014
Kategori	9 (Holstein Frisian)	9
Alder	65 mdr. (± 15 mdr.)	25-85 mdr.
Slagtevægt	300 kg (± 25 kg)	-
Form	P (2) (Evt. 3-4)	1-5
Fedme	2 (Evt. 3)	2-3
Farve	3-4	3-4

Hakning & pakning

Kødet blev på begge fabrikker grovhakket med 10 mm hulskive og kølet med flydende N₂ eller flydende CO₂ i mikseren. Fedtprocenten blev målt i anlægget, men der blev ikke tilført fedt til standardisering, da dette ville betyde en uens påvirkning af råvaresammensætningen for de to batch. Kødet blev efterfølgende finhakket med 3 mm hulskive, udportioneret til 500 gram og pakket i modificeret atmosfærepakning (MAP) med 70% O₂ og 30% CO₂. Fra hver fabrik blev udtaget 100 tilfældige bakker fra hver batch, der blev kørt til DMRI i kølebil ved ca. 0°C.

Display

Pakkerne blev lagret ved 5°C under displaybelysning fra kl. 07:00-19:00 ved 1200 lux i op til 13 dage. Der blev løbende udtaget prøver til analyse for kvalitet og holdbarhed (tabel 3).

Analyser

Råvarer fra begge fabrikker blev analyseret for psykrotroft kimal, fedtindhold og pigmentindhold dagen efter pakning. Sensorisk profilering, stegesvind og PMB blev gennemført dag 2 og dag 6 efter pakning. Lugt og udseende af det rå kød, til fastsættelse af holdbarhed, blev bedømt i op til 13 dage efter pakning.

Table 3. Analyser til dokumentation af kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød

	Analyse	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag
		1	2	5	6	7	9	12	13
Kvalitet	Pigment & fedt	x*							
	Sensorisk profil + svind		x		x				
	PMB + ormestruktur				x				
	Proteinoxidation (DTU)	x*	x		x		x		
Holdbarhed	Kimtal	x							
	Lugt & udseende		x	x		x	x	x	x
	Gassammensætning		x	x		x	x	x	x
	Foto		x	x		x	x	x	x

*Vakuumpakket ved hjemkomst til DMRI dag 0

Pigmentindhold På pakkedagen blev der udtaget 3 prøver fra hver fabrik til pigmentanalyse i fersk kød (ANF-014-05, baseret på Hornsey, H.C. 1956 J.Sci.Food Agric., pp.534-540). Prøverne blev vakuumpakket ved hjemkomst til DMRI og analyseret efterfølgende.

Analyseprincip: Kødets pigment (myoglobin + hæmoglobinrester) udtrækkes af hakket kød med acetone-saltsyreblanding. Pigmentindholdet bestemmes spektrofotometrisk ved 640 nm udtrykt i ppm hemin. Hemin er hældelen (den farvede del) af myoglobin og hæmoglobin. Analysemetoden er akkrediteret efter ISO/IEC 17025.

Fedtindhold Dag 1 efter pakning blev der udtaget 3 prøver fra hver fabrik til fedtbestemmelse i fede kødprøver (> 10% fedt), 66009-ANF-004-10 baseret på NMKL nr. 131, 1989 (modificeret SBR).

Princip: Fedtbestemmelse i kød og kødprodukter bestemmes normalt ved en gravimetrisk analyse efter SBR (Schmid-Bodzinski-Ratzlaff). Metoden er modificeret til udførelse med Soxtec-udstyr. Kødets hydrolyseres med saltsyre for at frigøre fedt, der er bundet til protein, kulhydrat og kalcium. Efter hydrolysen tørres prøven, og til sidst ekstraheres med di-ethylether. Det materiale, der ekstraheres med ether, defineres som prøvens fedtindhold. Analysemetoden er akkrediteret efter ISO/IEC 17025.

Proteinoxidation Dag 0, 2, 6 og 9 efter pakning blev der udtaget 3 prøver fra hver fabrik til bestemmelse af proteinoxidation. Prøverne blev analyseret på DTU og blev derfor vakuumpakket og lagret ved -80°C indtil analyse.

Sensorisk profil + stegesvind Dag 2 og dag 6 efter pakning blev der udtaget 6 + 6 prøver fra hver fabrik til sensorisk profilbedømmelse.

Tilberedning

Fra hver bakke blev formet fire hakkebøffer på ca. 125 gram med en bøfformer med en diameter på ca. 9 cm (højde 1,5 cm). Hakkebøfferne blev tilberedt på en 170°C varm stegeplade/pande til 63°C ± 1°C i centrum. Hakkebøfferne blev vejjet før og efter stegning til beregning af stegesvind. Prøvestørrelsen til hver servering var en halv hakkebøf pr. dommer.

Træning

Træning af dommerne blev foretaget umiddelbart inden bedømmelsen, da det ikke var muligt at producere prøver forud for bedømmelsen. Træningen blev gennemført både dag 2 og dag 6, hvor dommerne fik 3 serveringer pr. træningssession.

Bedømmelse

Bedømmelsen blev udført af 9 trænede dommere på en ustruktureret linjeskala fra 0-15. De sensoriske egenskaber blev defineret under træningssessionen umiddelbart inden bedømmelsen med fokus på harsk smag, tekstur, gennemstegt farve samt huldannelse. Ordsættet er vist i bilag 6.

Psykrotroft kimtal Dag 1 efter hakning blev der udtaget fem uemballerede prøver fra hver fabrik til bestemmelse af psykrotroft kimtal. Kimtallet blev analyseret på 25 gram repræsentativ prøve og gennemført ifølge analyseforskrift 66009-ANF-108 – udgave 06.

Holdbarhed Dag 2, 5, 7, 9, 12 og 13 efter pakning blev der udtaget fem prøver fra hver fabrik til bedømmelse af lugt og udseende. Inden åbning af pakkerne blev gassammensætningen (O₂ og CO₂) målt i hver af pakkerne.

Måling af gassammensætning

Gassammensætningen i pakkerne (O₂ og CO₂) blev analyseret på fem bakker inden lugtbedømmelse på CheckMate 9900 fra PBI Dansensor, Denmark. Da gasernes opløselighed afhænger af temperaturen, måles inden for 15 minutter, efter at prøven er taget ud af kølerummet.

Bedømmelse af lugt & udseende

Lugt og udseende blev analyseret af et internt dommerpanel. Det var de samme dommere, der indgik i panelet ved hver bedømmelsesdag, men ikke nødvendigvis alle syv. Der blev analyseret fem prøver pr. kølegas henholdsvis dag 2, dag 5, dag 7 og dag 9.

Bedømmelse: Lugt og udseende af det rå kød blev bedømt efter 30 minutters afgasning 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 produktet som helhed, altså 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.

Foto – kødfarve Dag 2, 5, 7, 9, 12 og 13 efter pakning blev der udtaget 3 prøver fra hver fabrik til fotografering af overfladefarve. Der blev anvendt en standardiseret fotoopsætning med tre sorte bakker fikseret til underlaget. Opsætningen sikrede ens belysning på alle tre bakker. Der blev taget fire foto pr. behandling:

1. Lukket emballage
2. Få sekunder efter åbning (maks. 45 sek.)
3. Knækket (få minutter efter åbning af pakken)
4. Bloomet prøve_ 30 minutter efter åbning

Statistik Sensoriske data blev analyseret med programmet SAS 9.2 med anvendelse af mixed models. For nedenstående model gælder, at store bogstaver dækker tilfældig variation i analysen.

$$\text{Egenskab} = \text{kølegas} + \text{dag} + \text{kølegas} \cdot \text{dag} + \text{DOMMER} + \text{DOMMER} \cdot \text{DAG} + \text{KØ-LEGAS} \cdot \text{DAG} + \text{KØLEGAS} \cdot \text{DOMMER} + \varepsilon$$

Resultater

Resultaterne for kvalitet og holdbarhed afhængig af kølegas under hakning af oksekød fremgår af følgende tabeller og figurer. Billeder af kødfarven fremgår af bilag 3-5.

Råvareanalyser

For at kunne vurdere om udgangspunktet for de to behandlinger var ens, blev der efter hakning udtaget råvareprøver til sammenligning af de to fabrikker. Af tabel 4 ses, at fedtindhold og pigmentindhold var ens for de to batch, mens kimtallet dagen efter pakning var en smule højere for fabrik 1, hvor der blev anvendt N₂-køling sammenlignet med fabrik 2, hvor der blev anvendt CO₂-køling under hakkeprocessen.

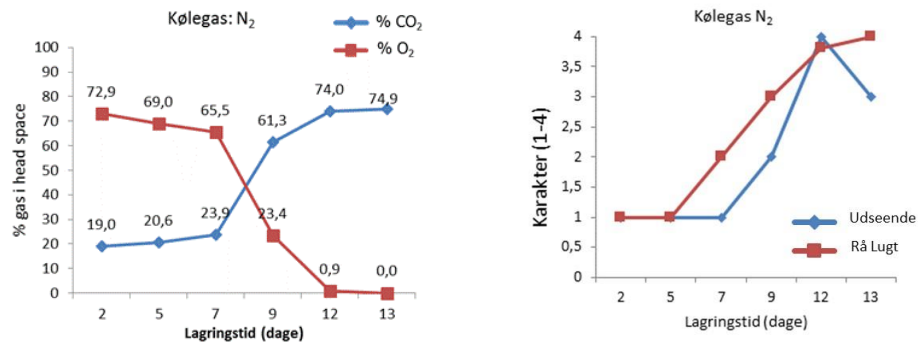
Tabel 4. Råvareanalyser af pigment og fedtindhold (n=3) samt psykrotroft kimtal (n=5).

	Fedtindhold (gram/100 gram)		Pigment (ppm hemin)		Kimtalt (log cfu/g)	
	Middel	Std afv.	Middel	Std afv.	Middel	Std afv.
Fabrik 1, N ₂ -køling	14,3 (13,6-15,0)	0,7	196 (194-200)	3,2	4,6 (4,5-4,6)	0,04
Fabrik 2, CO ₂ -køling	14,9 (14,7-15,1)	0,2	195 (193-198)	2,6	3,9 (3,8-4,0)	0,05

Holdbarhed

Generelt vil der under lagring af kød forløbe oxygenforbrugende processer som fx vækst af bakterier samt reaktion med myoglobin, og derved opbruges oxygen (O₂) i headspace. Ved mikrobiologisk vækst vil der desuden dannes kuldioxid (CO₂) som følge af bakteriernes respiration. Af figur 1 og figur 2 ses, hvordan gassammensætningen ændres under lagring for N₂-kølet og CO₂-kølet hakket oksekød, samt udvikling i lugt og udseende af kødet efter åbning af pakken.

N₂-kølet oksekød Figur 1 viser holdbarhed for N₂-kølet kød, hvor det ses, at oxygenindholdet i headspace er ca. 73% efter 2 dages lagring, mens kuldioxidindholdet er 19%. Faldet fra 30% CO₂ skyldes formodentligt, at gassen hurtigt optages i kødets vandfase, hvormed CO₂-indholdet i headspace falder, og oxygen som konsekvens heraf stiger. Indholdet af oxygen er relativt stabilt i op til 7 dage efter pakning, hvorefter der ses et dramatisk fald, samtidig med en kraftig stigning i CO₂. Dette tyder på, at der forekommer respiration i pakkerne og indikerer, at der er tale om betydelig mikrobiologisk vækst.



Figur 1. Gassammensætning (n=5) samt lugt og udseende (n=25) for MA-pakket hakket oksekød kølet med N₂, detailpakket i 70% O₂ + 30% CO₂ og lagret ved 5°C i op til 13 døgn.

Af figur 1 th ses udviklingen i lugt og udseende af det rå kød. Efter 5 dages lagring begynder rå lugt at afvige, mens farven er uændret i op til 7 dage. Afvigelser i farven er acceptable op til dag 9, mens farven er kraftigt afvigende dag 12, hvilket også fremgår af tabel 5 og bilag 3-5. Rå lugt afviger først, og det er derfor denne parameter, der bliver afgørende for fastsættelse af acceptniveauet. Rå lugt af nitrogenkølet hakket oksekød går fra acceptabel til uacceptabel efter 8 dages lagring ved 5°C.

Tabel 5. Foto af overflade og kerne (tværsnit) af N₂-kølet hakket oksekød

Dag	Overflade	Tværsnit
7		
9		
12		

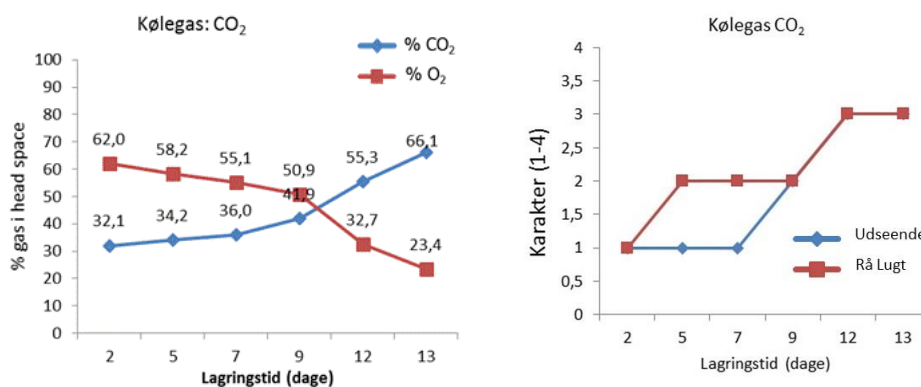
Da CO₂ opløses hurtigt i kødets vandfase, betyder stigningen i CO₂, at pakkerne ændrer facon grundet undertryk i pakken – dette fænomen kaldes snug down. Betydningen er mindre, da pakken først ændrer facon længe efter, at kødet er for-dærvet, og både farve og lugt er meget afvigende.



CO₂-kølet okse-kød

Figur 2 viser holdbarhed for CO₂-kølet hakket oksekød, hvor det ses, at oxygenindholdet i headspace efter 2 dages lagring er 62%, mens kuldioxidindholdet er 32%.

Til forskel fra N₂-kølet hakket oksekød ses ikke et fald i CO₂ efter 2 dages lagring, formodentligt fordi kødet i dette tilfælde er mættet med CO₂ under hakkeprocessen. Oxygenindholdet er lavere end de 70%, der er tilført via pakkegassen, hvilket sandsynligvis skyldes oxygens reaktion med myoglobin. Indholdet af oxygen falder efterfølgende gradvist gennem lagringsperioden, og der ses et fald på ca. 20% fra 9 til 12 dages lagring, samtidig med en stigning i CO₂, hvilket tyder på betydelig mikrobiologisk vækst i pakkerne.



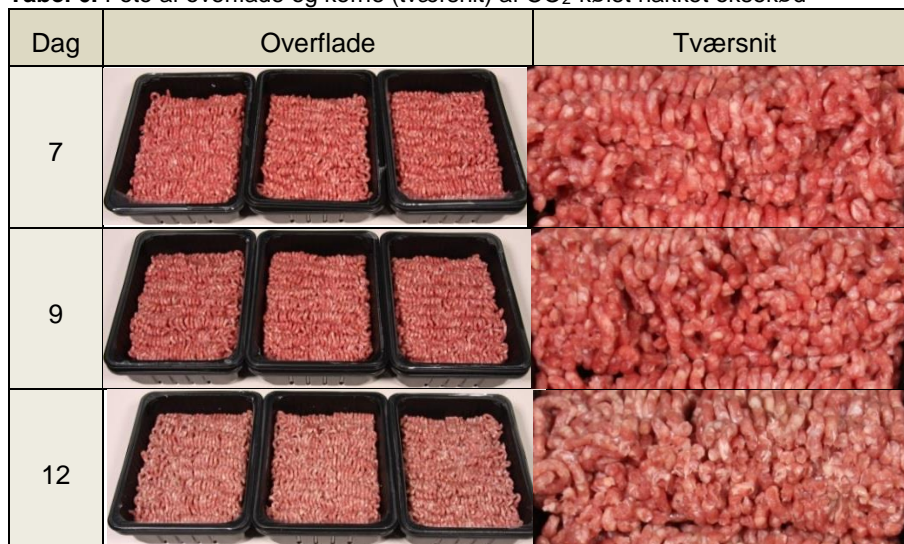
Figur 2. Gassammensætning (n=5) samt lugt og udseende (n=25) for MA-pakket hakket oksekød kølet med CO₂, detailpakket i 70% O₂ + 30% CO₂ og lagret ved 5°C i op til 13 døgn.

For CO₂-kølet oksekød ses ingen tegn på snug-down under lagring, sandsynligvis fordi kødet er mættet med CO₂ allerede inden pakning.

Af figur 2th ses udviklingen i lugt og udseende af det rå kød. Rå lugt begynder at afvige efter 2 dages lagring, men bliver først uacceptabel efter dag 9. Til sammenligning er farven uændret helt frem til 7 dages lagring, hvorefter den afviger. Farveændringerne bliver ligesom lugten uacceptabel efter dag 9, hvilket også kan ses i tabel 6 og bilag 3-5. Det er derfor både rå lugt og farve, der bliver afgørende for

fastsættelse af acceptniveauet, idet begge parametre går fra acceptabel til uacceptabel efter ca. 10 dages lagring ved 5°C.

Tabel 6. Foto af overflade og kerne (tværsnit) af CO₂-kølet hakket oksekød



Acceptniveau

Kødets holdbarhed defineres i denne rapport som den tid, hvor både lugt og udseende af kødet er overvejende acceptabelt. Af tabel 7 ses procent acceptable bedømmelser for oksekødet samt acceptgrænsen for, hvornår lugt og farve begynder at afvige uacceptabelt. Tabellen viser, at N₂-kølet oksekød har to dages kortere holdbarhed end kød, der er CO₂-kølet, hvilket kan skyldes en række forhold, som fx at der har været forskellig bakteriefloora på to fabrikker, at startkimmallet var lavere i det CO₂-kølede kød (tabel 4) eller at CO₂'s bakteriehæmmende egenskaber ikke kun har betydning i pakkegassen, men også i den kølegas der anvendes under hakning af kødet.

Tabel 7. Procent (%) acceptable bedømmelser (pakke x dommere) samt acceptgrænse for hakket oksekød kølet med N₂ og CO₂ og efterfølgende pakket i modificeret atmosfærepakning i 70% O₂ + 30% CO₂. Grøn = acceptabel lugt og udseende, gul = på grænsen til uacceptabel og rød = uacceptabel (n=20-25).

	N ₂ -køling		CO ₂ -køling	
	Lugt	Farve	Lugt	Farve
Dag 1	100%	100%	100%	100%
Dag 5	100%	100%	100%	100%
Dag 7	88%	100%	100%	100%
Dag 9	0%	67%	87%	100%
Dag 12	0%	0%	0%	25%
Dag 13	0%	20%	0%	0%
Acceptgrænse 2,5	8 dage	10 dage	10 dage	10 dage

Spisekvalitet

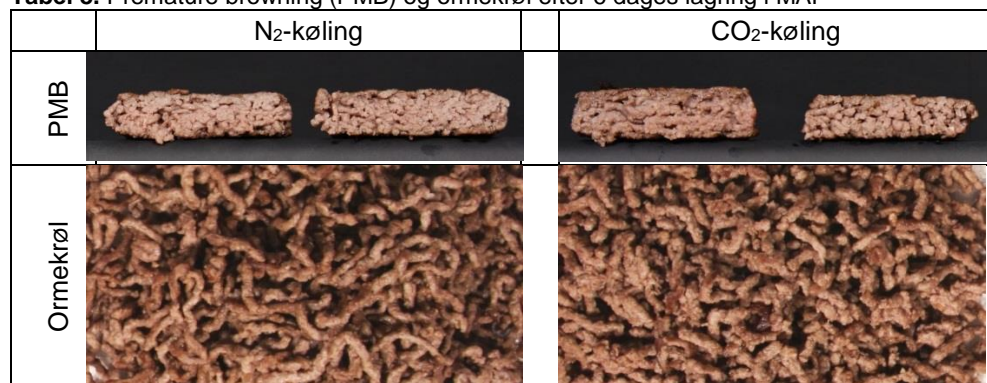
Stegt farve

Til dokumentation af udseende efter stegning blev kødet dels stegt som hakkebøffer til vurdering af premature browning (PMB) og dels brunet på panden til vurdering af graden af ormekrøl.

I tabel 8 er vist foto af hakkebøffer stegt til en centrumstemperatur på 57-60°C. Det er tydeligt, at både N₂-kølet og CO₂-kølet hakket oksekød udviser PMB efter 6 dages lagring i MAP. Dette bekræftes af den sensoriske analyse, der viser, at hverken kølegas eller lagringstid påvirker premature browning, da alle behandlinger medfører gennemstegt udseende af hakkebøfferne (bilag 6).

Ormekrøl er et udtryk for, at kødet danner lange sammenhængende 'orme' efter stegning. Af tabel 8 ses, at både N₂-kølet og CO₂-kølet hakket oksekød danner ormekrøl. Da ormekrøl sandsynligvis er relateret til proteinoxidation, skal løsningen på denne problematik muligvis findes ved at minimere overfladen af produktet og tilsigte, at den mekaniske påvirkning under hakning bliver så skånsom så muligt, og at oxygenindholdet minimeres under lagring.

Tabel 8. Premature browning (PMB) og ormekrøl efter 6 dages lagring i MAP



Stegesvind

Det gennemsnitlige stegesvind ved tilberedning af hakkebøffer til 63°C varierer fra 22,0% til 22,6% mellem de fire behandlinger, men variationen er hverken signifikant for køledag ($p=0,7177$) eller for lagringstid ($p=0,8494$).

Tabel 9. Stegesvind for hakkebøffer afhængig af kølegas (n=6)

		N ₂ -køling		CO ₂ -køling	
		Middel	Std afv.	Middel	Std afv.
1	Dag 2	22,2% (20,2-23,5)	1,5	22,5% (21,2-23,5)	0,9
2	Dag 6	22,6 % (21,3-24,4)	1,0	22,0 % (19,3-23,4)	1,5

Sensorisk profil Den sensoriske profil blev udført på hakkebøffer af N₂- og CO₂-kølet hakket oksekød pakket i modificeret atmosfære og lagret i henholdsvis 2 døgn og 6 døgn. Inden bedømmelse blev hakkebøfferne tilberedt til en centrumstemperatur på 63°C, og hver behandling blev bedømt 6 gange af hver af de 9 dommere.

Dommerne fik serveret en halv hakkebøf til bedømmelse af:

- Udseende: farve i skærefladen (PMB)
- Smag: kød – syrlig – sødlig – bitter – sur – genopvarmet – harsk
- Konsistens: sammenhæng – saftighed – gummiagtig – smuldrende

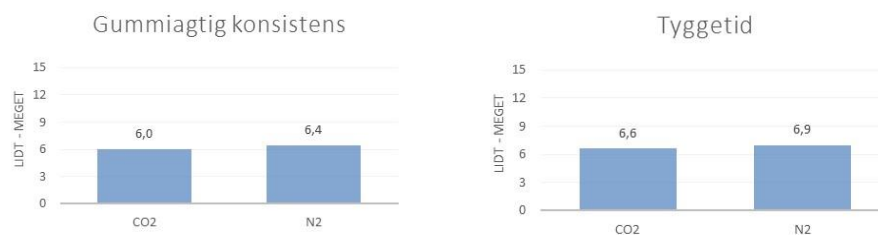
Tabel 10 viser signifikansniveauer for betydning af kølegas og lagringstid.

Tabel 10. Signifikansniveauer af sensoriske egenskaber bedømt på hakkebøffer af N₂- og CO₂-kølet hakket oksekød pakket i modificeret atmosfære og lagret i henholdsvis 2 døgn og 6 døgn (n=54).

Sensoriske egenskaber	Kølegas	Dag	Dag*Gas
Gennemstegt udseende	0,9885	0,3178	0,5210
Sammenhæng	0,0730	0,2934	0,2514
Gummiagtig konsistens	0,0375	0,0988	0,5312
Smuldrende konsistens	0,0625	0,9160	0,3801
Saftighed	0,6998	0,4001	0,2767
Tyggetid	0,0532	0,0085	0,9648
Kødsmag	0,5340	0,0096	0,1641
Genopvarmet smag	0,3794	0,0019	0,5109
Harsk smag	0,0950	0,3845	0,4518
Sødlig smag	0,0984	0,0188	0,2597
Syrlig smag	0,7485	0,7776	0,1803
Sur smag	0,8843	0,0126	0,1121
Bitter smag	0,3469	0,0063	0,4347

Effekt af pakkegas

Dataanalysen (bilag 6) viste, at valg af kølegas kun har signifikant indflydelse på gummiagtig konsistens ($p=0,0375$), mens tyggetid er tilnærmelsesvis signifikant ($p=0,0532$). Af figur 3 fremgår det, at N₂-kølet oksekød er mere gummiagtigt end CO₂-kølet oksekød, men at forskellen er relativ lille (0,4 sensoriske enheder). Desuden ses, at N₂-kølet oksekød medfører en smule længere tyggetid, end hvis kødet er kølet med CO₂. Resultaterne viser således, at N₂-køling påvirker konsistensen af kødet i en negativ retning, mens udseende, smag og saftighed ikke påvirkes af kølegassen. Samlet set er betydningen af kølegas for den sensoriske kvalitet af hakkebøffer beskeden efter seks dages lagring.



Figur 3. Gummiagtig konsistens og tyggetid for hakkebøffer af MA-pakket hakket oksekød kølet med flydende N₂ eller CO₂ under hakkeprocessen (n=108).

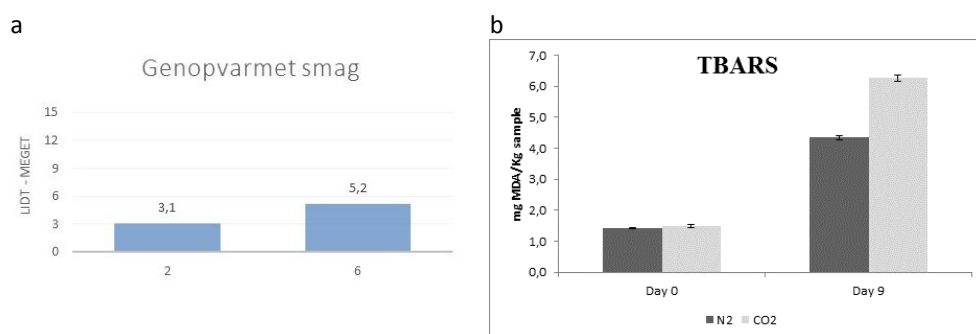
Effekt af lagringstid

Ved at øge lagringstiden fra 2 dage til 6 dage påvirkes langt flere sensoriske egenskaber end valg af kølegas, hvilket indikerer, at pakkegasen med 70% O₂ + 30% CO₂ har større betydning for spisekvaliteten, end hvilken kølegas der anvendes under hakning. Af bilag 6 fremgår det, at både konsistens og smag påvirkes af lagringstid, og af figur 4 ses, at tyggetiden øges 1,5 enheder, når kødet lagres 6 dage i MAP sammenlignet med 2 dage i MAP.



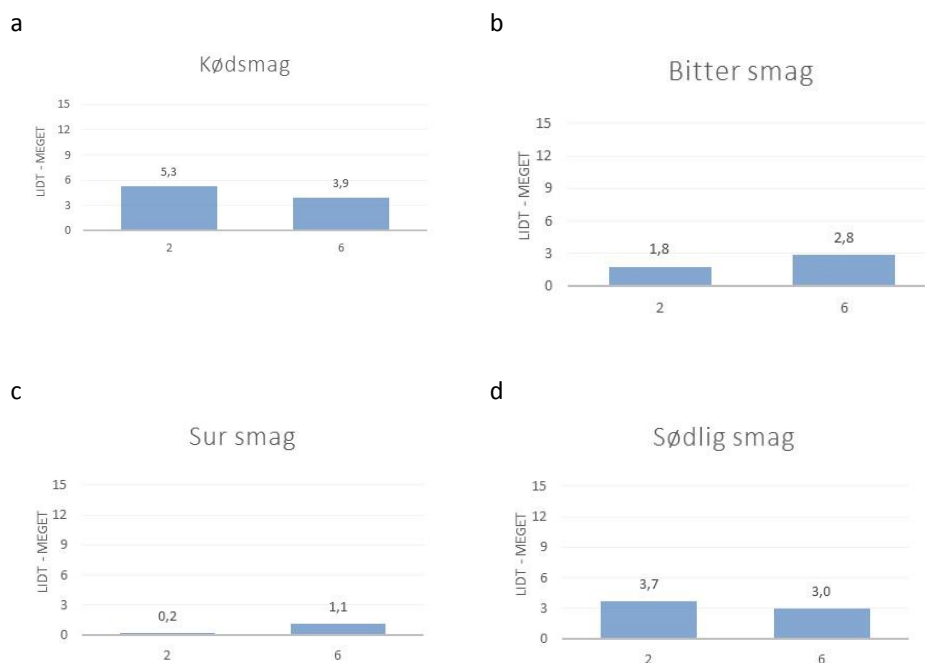
Figur 4. Tyggetid for hakkebøffer af MA-pakket hakket oksekød lagret i 2 og 6 dage uanset valg af kølegas under hakkeprocessen (n=108).

Lagringstiden har også betydning for genopvarmet smag, hvor intensiteten stiger, når lagringstiden øges fra 2 dage til 6 dage (figur 5a). Genopvarmet smag skyldes harskning af visse fedtsyrer og kan i nogen grad relateres til dannelsen af sekundære oxidationsprodukter. Af figur 5b ses, hvordan disse sekundære oxidationsprodukter påvirkes af lagringstid og pakkegas. Som for genopvarmet smag bevirker øget lagringstid en stigning i TBARS, men samtidig ses der efter 9 dage et højere niveau for CO₂-kølet oksekød sammenlignet med N₂-kølet kød, men denne forskel kan ikke smages i det færdige produkt efter 6 dages lagring.



Figur 5. Genopvarmet smag og TBARS for hakkebøffer af MA-pakket hakket oksekød lagret i 2 og 6 dage (n=108).

Modificeret atmosfærepakning fremmer harskning, samtidig med at bakterier langsomt vokser. Disse kvalitetsforringelser bevirker, at kødsmagen bliver mindre intens, når kødet lagres (figur 6a), samtidig med at bitter smag og sur smag intensiveres (figur 6b og 6c). Der ses desuden et fald i sødlig smag under lagring (figur 6d).



Figur 6. Smag i hakkebøffer af MA-pakket hakket oksekød lagret i 2 og 6 dage (n=108).

Sammendrag

Nedenstående tabel viser fordele og ulemper ved køling af hakket oksekød med enten N₂ eller CO₂ som kølemiddel. Der er relativ lille betydning af kølegas af tilberedt oksekød lagret i høj ilt MAP efter hakning, så den største betydning skal findes i de 2 dages ekstra holdbarhed, der opnås ved CO₂-køling.

	N ₂ -køling	CO ₂ -køling
Fordele		Øger holdbarheden
Ulemper	Øger gummiagtig konsistens	Øger lipidoxidation

Konklusion

- Til vurdering af holdbarhed af hakket oksekød er det lugten af det rå kød, der er den bedste parameter, da lugten bliver uacceptabel før eller samtidig med, at farven afviger.
- Valg af kølegas påvirker holdbarheden af hakket oksekød pakket 6 dage efter slagtning. Køles kødet med CO₂, afviger 50% af pakkerne uacceptabelt efter 10 dages lagring ved 5°C, mens køling med N₂ kun giver 8 dage.

- Valg af kølegas har signifikant indflydelse på kødets konsistens efter tilberedning, mens udseende, smag, saftighed og stegesvind ikke påvirkes af, om kødet har været kølet med N₂ eller med CO₂.
- N₂-køling påvirker konsistensen af kødet i en negativ retning, idet N₂-køling medfører, at konsistensen bliver en smule mere gummiagtigt end for CO₂-kølet oksekød, men forskellen er relativ lille. Samlet set er betydningen af kølegas for den sensoriske kvalitet af hakkebøffer beskeden.
- Lagringstiden i MAP havde derimod betydning for både konsistens og smag. Øges lagringstiden fra 2 til 6 dage, vil kødet have en mere genopvarmet smag, bitter smag, sur smag samt mindre kødsmag og sød smag, hvilket skyldes en kombination af begyndende fordærv og harskning.
- Køling under hakning har i nogen grad indflydelse på lipid- og proteinoxidation under lagring af hakket oksekød, idet oksekød kølet med CO₂ har et højere niveau af sekundære lipidoxydationsprodukter efter 9 dages lagring. Disse harskningsprocesser kan dog dokumenteres sensorisk efter 6 dages lagring.
- Overordnet var der relativ lille betydning af kølegas af tilberedt oksekød lagret i høj ilt MAP efter hakning, så den største betydning af kølegas skal findes i de 2 dages ekstra holdbarhed, der opnås ved CO₂-køling.

Klassificeringsdata for udvalgte dyr**Bilag 1**

Dyr Nr.	Alder (mdr.)	Form (1-15)	Fedme (1-5)	Farve (1-5)	Vægt fjerding (Kg)
1	50	3	2	4	77,8
2	85	2	2	4	81,0
3	48	3	2	4	67,8
4	64	3	3	3	81,6
5	69	3	3	4	70,2
6	68	3	3	3	84,0
7	25	3	3	3	75,6
8	45	5	2	4	83,0
9	49	1	2	4	71,0
10	40	2	2	3	78,4
Middel (min-max)	54 mdr. (25-85)	2,8 (1-5)	2,4 (2-3)	3,6 (3-4)	77,0 kg (68-84)

Lugt og udseende – frekvens af acceptable prøver afhængig af kølegas og tid

Bilag 2

Lab M Kølegassernes betydning for kvalitet og holdbarhed marts/april 2014, (2002308-13)/2003031-14														
lugt, 30 min		1	2	3	4		lugt, 30 min		1	2	3	4	Accept	Uaccept
CO2	1	25	0	0	0	25	CO2	1	100	0	0	0	100	0
	5	10	15	0	0	25		5	40	60	0	0	100	0
	7	2	23	0	0	25		7	8	92	0	0	100	0
	9	0	13	2	0	15		9	0	87	13	0	87	13
	12	0	0	19	1	20		12	0	0	95	5	0	100
	13	0	0	24	1	25		13	0	0	96	4	0	100
N2	1	25	0	0	0	25	N2	1	100	0	0	0	100	0
	5	19	6	0	0	25		5	76	24	0	0	100	0
	7	5	17	3	0	25		7	20	68	12	0	88	12
	9	0	0	15	0	15		9	0	0	100	0	0	100
	12	0	0	11	9	20		12	0	0	55	45	0	100
	13	0	0	5	20	25		13	0	0	20	80	0	100
udseende, 30 min														
udseende, 30 min		1	2	3	4		udseende, 30 min		1	2	3	4	Accept	Uaccept
CO2	1	25	0	0	0	25	CO2	1	100	0	0	0	100	0
	5	25	0	0	0	25		5	100	0	0	0	100	0
	7	19	6	0	0	25		7	76	24	0	0	100	0
	9	0	15	0	0	15		9	0	100	0	0	100	0
	12	0	5	15	0	20		12	0	25	75	0	25	75
	13	0	0	25	0	25		13	0	0	100	0	0	100
N2	1	25	0	0	0	25	N2	1	100	0	0	0	100	0
	5	25	0	0	0	25		5	100	0	0	0	100	0
	7	25	0	0	0	25		7	100	0	0	0	100	0
	9	0	10	5	0	15		9	0	67	33	0	67	33
	12	0	0	10	10	20		12	0	0	50	50	0	100
	13	0	5	20	0	25		13	0	20	80	0	20	80
acceptabel, 30 min														
acceptabel, 30 min		1	2				acceptabel, 30 min		1	2			Accept	Uaccept
CO2	1	25	0			25	CO2	1	100	0			100	0
	5	25	0			25		5	100	0			100	0
	7	25	0			25		7	100	0			100	0
	9	12	3			15		9	80	20			80	20
	12	0	20			20		12	0	100			0	100
	13	0	25			25		13	0	100			0	100
N2	1	25	0			25	N2	1	100	0			100	0
	5	25	0			25		5	100	0			100	0
	7	22	3			25		7	88	12			88	12
	9	0	15			15		9	0	100			0	100
	12	0	20			20		12	0	100			0	100
	13	0	25			25		13	0	100			0	100
















Dag	CO ₂	N ₂
2		
5		
7		
9		
12		

Foto af kødets overflade uden topfilm

Bilag 4

Dag	Tid	CO ₂	N ₂
2	0 min.		
	30 min.		
5	0 min.		
	30 min.		
7	0 min.		
	30 min.		
9	0 min.		
	30 min.		
12	0 min.		
	30 min.		

	CO ₂ -køling	N ₂ -køling
Dag 2		
Dag 5		
Dag 7		
Dag 9		
Dag 12		

Tabel 6.1. Sensoriske egenskaber til bedømmelse af hakkebøffer

Egenskab	Sans	Skala	Ordforklaring
Bedøm hvor stegt kødet ser ud i skærefladen			
Gennemstegt	UDSEENDE	Rosa->gennemstegt	Fra rosa til gennemstegt
Skær prøven over i to dele på langs. Tag det ene stykke og bedøm smagene			
Kød	SMAG	Lidt->Meget	Intensitet af smag, der forbindes med oksekød
Syrlig	SMAG	Lidt->Meget	Intensitet af syrlig smag
Sødlig	SMAG	Lidt->Meget	Intensitet af sødlig smag
Bitter	SMAG	Lidt->Meget	Intensitet af bitter smag
Sur	SMAG	Lidt->Meget	Intensitet af sur smag (ej frisk)
Genopvarmet/hengemt	SMAG	Lidt->Meget	Intensitet af genopvarmet, hengemt og gammel smag
Harsk	SMAG	Lidt->Meget	Intensitet af harsk smag
Tag det sidste stykke og bedøm konsistens			
Sammenhæng	KONSISTENS	Lidt->Meget	Graden af sammenhæng under tygning
Saftighed	KONSISTENS	Lidt->Meget	Mængde væske i munden efter 5-6 tygninger
Gummiagtig	KONSISTENS	Lidt->Meget	Graden af gummiagtig konsistens under tygning
Smuldrende	KONSISTENS	Lidt->Meget	Mængde smulder, der fornemmes i munden under tygning
Tyggetid	KONSISTENS	Lidt->Meget	Den tid det tager, før prøven er synkeklar

Intensitetsskala: 0 = ingen og 15 = meget

Lavt tal = lav intensitet og højt tal = høj intensitet

Tabel 6.2. Intensitet af sensoriske egenskaber for hakkebøffer og betydning af kølegas under hakning (n=54)

	CO ₂ -køling		N ₂ -køling		Gas	Dag	Dag*Gas
	Dag 2	Dag 6	Dag 2	Dag 6			
Gennemstegt udseende	12,1	11,6	12,0	11,7	0,9885	0,3178	0,5210
Sammenhæng	4,6	4,4	5,4	4,6	0,0730	0,2934	0,2514
Gummiagtig konsistens	5,5	6,6	6,0	6,9	0,0375	0,0988	0,5312
Smuldrende konsistens	7,7	7,6	7,1	7,4	0,0625	0,9160	0,3801
Saftighed	5,8	6,4	6,0	6,0	0,6998	0,4001	0,2767
Tyggetid	5,9	7,4	6,2	7,7	0,0532	0,0085	0,9648
Kødsmag	5,4	3,7	5,2	4,1	0,5340	0,0096	0,1641
Genopvarmet smag	3,1	5,4	3,1	4,9	0,3794	0,0019	0,5109
Harsk smag	0,6	0,9	0,4	0,5	0,0950	0,3845	0,4518
Sødlig smag	3,8	2,9	3,6	3,1	0,0984	0,0188	0,2597
Syrlig smag	4,1	4,1	3,9	4,2	0,7485	0,7776	0,1803
Sur smag	0,1	1,3	0,3	1,0	0,8843	0,0126	0,1121
Bitter smag	1,8	3,0	1,8	2,7	0,3469	0,0063	0,4347