



Rapport

Slutrapport

Innovativ detailpakning – Optimering gennem nye gasblandinger

21. december 2015
Proj.nr. 2003031
Version 1
MATN/MT

Mari Ann Tørngren & Lars Kristensen

Baggrund

Det er almindeligt kendt, at iltfri pakning giver længere holdbarhed og bedre kvalitet end kød pakket i høj ilt atmosfære. Forbrugernes præference for bloomede/iltede detailudskæringer betyder imidlertid, at iltfri pakning endnu ikke er en tilfredsstillende emballeringsmetode, hvilket skaber et behov for at finde alternative løsninger, der sikrer både kvalitet og holdbarhed af fersk detailpakket oksekød. For at kunne sikre optimal kvalitet af fersk oksekød mangler der viden om lagringsbetingelsernes betydning. Projektet fokuserede på at løse problemstillingen med forringet spisekvalitet ved brug af nye og mere optimale gassammensætninger. MA-pakning giver mulighed for at variere gassammensætningen på et utal af måder, men den foretrukne gassammensætning har siden 1970'erne været 20-30% kuldioxid (CO₂) og 70-80% ilt (O₂), som giver ca. 7-9 dages holdbarhed og en flot rød farve, men mørheden forringes under lagring, og risiko for premature browning og genopvarmet smag forøges.

Formål At udvikle et alternativ til den traditionelle MA-pakning, som sikrer bevarelse af mørhed, saftighed og smag af fersk oksekød, samtidig med at holdbarhedslængde og farvestabilitet bevares.

Perioden Projektstart: 01.01.2013 Projektafslutning: 31.12.2015

Samarbejds-partnere Der blev nedsat en styregruppe bestående af repræsentanter fra virksomhederne DC Beef, Skare Meat Packers og Himmerlandskød. Planlægning af forsøg skete i tæt samarbejde med styregruppen.

Igangværende ph.d.- og post doc-samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet (DTU) samt Københavns Universitet (KU) og Carometec – specifikt på proteinoxidation af MA-pakket svinekød – blev i videst muligt omfang udbygget til også at dække interesserne i nærværende projekt.

Projektets mål

At dokumentere nye løsninger, der sikrer optimeret kvalitet og holdbarhed af modnede oksebøffer og hakket oksekød samt udvikle et værktøj til prædiktion af holdbarhed, afhængig af lagringsbetingelser for den optimale pakkegas.

Indhold

Projektet blev gennemført ved en række undersøgelser:

2 litteraturstudier

7 lagringsforsøg

6 forsøg til udvikling af holdbarhedsmodel

Der blev gennemført 6 delopgaver i projektet:

1. State of the art
2. Test af 3-gasløsninger til optimering af spisekvalitet af MA-pakket hakket oksekød
3. Test af 3-gasløsninger til optimering af spisekvalitet af MA-pakkede oksebøffer
4. Kølegassers betydning for kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød
5. Perspektiver for anvendelse af naturlige antioxidanter
6. Mikrobiologisk holdbarhedsmodel for hakket oksekød eller bøffer pakket med optimal gasblanding

Delopgave 1. State of the art

Indhold

Der blev udført en litteraturopsamling på eksisterende viden om lagringsbetingelsernes betydning for holdbarhed og kvalitet af fersk oksekød. Litteraturstudiet har dannet grundlag for valg af de gastyper og gassammensætninger, som blev testet i de efterfølgende forsøg.

Konklusion

Grundlæggende er det kødets pigment (myoglobin), der afgør fersk køds farve. Myoglobin kan antage forskellige farver, afhængig af hvilken kemisk tilstand det befinder sig i. Pigmentets tilstandsform, og dermed farvestabiliteten, kan påvirkes af en række faktorer så som pH, temperatur, oxygenpartialtryk, metmyoglobinreducerende potentiale samt mikrobiologiske faktorer.

Det er vist i adskillige undersøgelser, at pakning i MAP med 70-80% O₂ i headspace påvirker farve, smag og tekstur af kødet efter tilberedning, og derfor er det hensigtsmæssigt, hvis oxygentrykket kan sænkes. Enkelte undersøgelser konkluderer endvidere, at det er muligt at opnå en acceptabel holdbarhed ved MA-pakning af svinekam (Hviid et al., 2007), hakket oksekød (Esmer et al., 2011) samt koteletter og schnitzler (Tørngren, 2013) ved anvendelse af en 3-komponent pakkegas, bestående af 40-50% O₂ + 20-30% CO₂ og N₂ som fyldgas. Det er dog uklart, i hvor stor grad spisekvaliteten øges i disse 3-gasløsninger.

Delopgave 2. Test af 3-gasløsninger til optimering af spisekvalitet af MA-pakket hakket oksekød.

Motivation

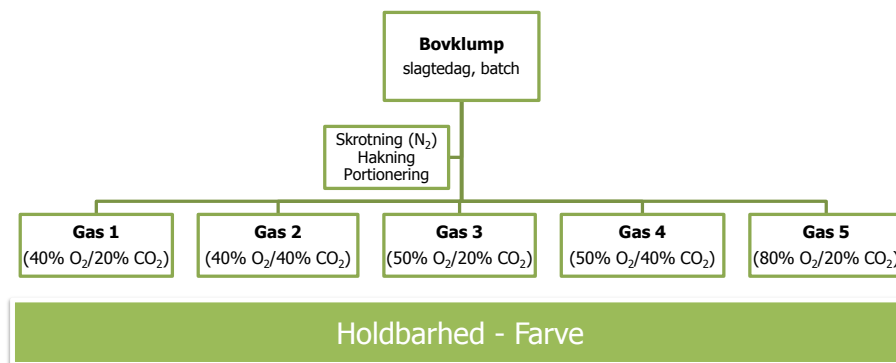
Forbrugere har en forventning om, at hakket oksekød skal være bloomet i detail. Derfor anvendes i dag 70-80% oxygen i pakkegassen, hvilket medfører oxidative kvalitetsændringer i produktet. Det er derfor nødvendigt at finde en alternativ løsning til den nuværende høj ilt-pakning, der løser problemstillingen med harskning og teksturændringer, uden at gå på kompromis med holdbarhed og farvestabilitet.

Indhold

I delopgave 2 blev der indledningsvist udført et screeningsforsøg med alternative pakke-gasser, hvor udvikling i farve og rå lugt af hakket oksekød blev dokumenteret under lag-ring. Farvestabilitet og holdbarhed blev sammenholdt med traditionel MA-pakning, og de to mest lovende pakkegasser blev efterfølgende testet i relation til spisekvalitet (smag, mørhed og saftighed) samt holdbarhed og farvestabilitet.

Screening af holdbarhed af hakket oksekød

120 kg bovklump fra samme slagtedag og batch blev industrielt grovhakket 2 dage efter slagtning, finhakket og portioneret med 500 gram hakket oksekød i hver bakke. Der blev anvendt nitrogen (N_2) som kølegas i mikseprocessen inden finhakning. Kødet blev transporteret til DMRI, hvor det blev pakket i 5 forskellige pakkegasser sammensat af O_2 , CO_2 og N_2 , hvorefter det blev lagret i op til 13 dage med løbende dokumentation af holdbarhed og farve.



Resultater

Lugt og udseende af modificeret atmosfærepakket hakket oksekød blev påvirket af den pakkegas, der blev anvendt. Holdbarhed blev angivet til det tidspunkt, hvor 50% eller flere af pakningerne var acceptable.

Anvendes O_2 -koncentrationer mellem 40-80% samt CO_2 -koncentrationer mellem 20-40%, var det i højere grad indholdet af O_2 end CO_2 i pakkegassen, der bestemte kødets holdbarhed. Anvendes pakkegasser med 40% O_2 og 20-40% CO_2 bevarede både lugt og udseende i op til 7-8 dage ved $5^\circ C$, mens der ved pakning i 50% O_2 med 20-40% CO_2 blev opnået ca. 10 dages holdbarhed. Den længste holdbarhed blev opnået ved pakning i traditionel MA-pakning med 80% O_2 og 20% CO_2 , hvor der blev opnået ca. 12 dages holdbarhed af hakket oksekød.

	40% O_2	50% O_2	80% O_2
20% CO_2	ca. 8 dage	ca. 9,5 dage	ca. 12 dage
40% CO_2	ca. 7 dage	ca. 11 dage	

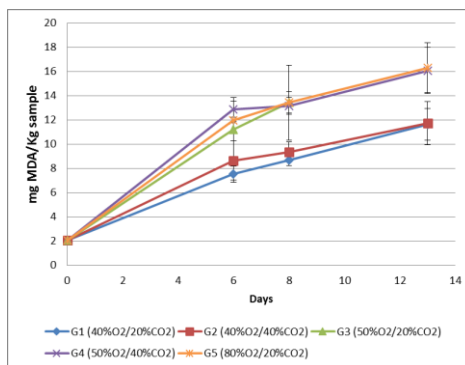
Ud fra screeningsforsøget blev det besluttet at gå videre med følgende tre pakkegasser: 40% O_2 + 20% CO_2 + 40% N_2 samt 50% O_2 + 40% CO_2 + 10% N_2 og 80% O_2 + 20% CO_2 , da der for de to sidstnævnte pakkegasser var 10-12 dages holdbarhed, mens 40% O_2 + 20% CO_2 + 40% N_2 var interessant, idet et lavere oxygenniveau forventedes at mi-

nimere risikoen for både harskning og PMB samt illustrere, at det er muligt at detailpakke hakket oksekød i kun 40% O₂ til markeder, hvor en uges holdbarhed er tilstrækkelig.

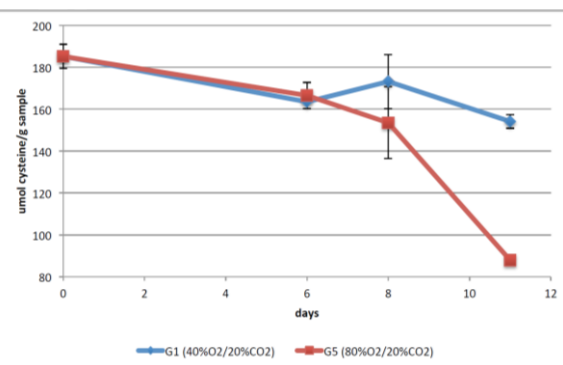
Master's thesis på DTU

Som en del af samarbejdet med DTU blev prøver fra screeningsforsøget analyseret i forbindelse med en master's thesis. Prøverne blev undersøgt i relation til lipid- (peroxidtal, TBARS og frie fedtsyrer) og proteinoxidation (frie thiol, NADH og proteinkrydsbinding).

Øges O₂-indholdet i pakkegassen fra 40% til 80%, øges lipidoxidation og proteinoxidation i hakket oksekød. For de sekundære lipidoxidationsprodukter (TBARS) var der en signifikant forskel mellem prøver pakket i 40% O₂ og prøver pakket i 50-80% O₂. I relation til proteinoxidation var det især på myosinkrydsbinding og frie thiol, der kunne påvises en forskel. Hakket oksekød pakket i 80% O₂ + 20% CO₂ havde en større grad af krydsbinding samt færre frie thiol og var derfor den mest oxiderede prøve. Det kunne desuden konkluderes, at CO₂ i intervallet fra 20-40% hverken påvirker lipid- eller proteinoxidation.



Figur 1. TBARS for 5 pakkegasser som funktion af lagringstiden

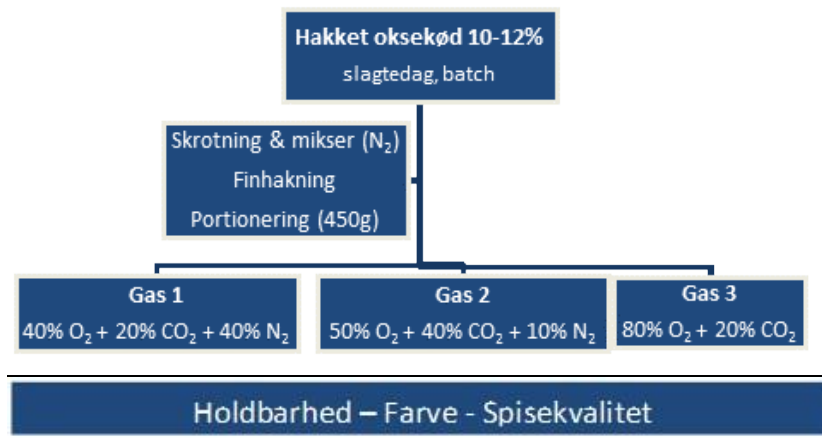


Figur 2. Frie thiol for 5 pakkegasser som funktion af lagringstiden.

Lipid- og proteinoxidation var ikke påvirket af CO₂, mens O₂-koncentrationen havde stor betydning. Prøver med højt O₂-indhold i pakkegassen var generelt mere oxiderede. Som forventet var oxidationen også påvirket af lagringsperiodens varighed, hvor kødet blev mere oxideret jo længere tid det blev lagret, hvilket også kunne ses for både NADH- og antioxidantniveauet (α-tocopherol).

Sammenligning af hakket oksekød i 5 forskellige pakkegasser

Til dokumentation af sensoriske forskelle af detailpakket hakket oksekød pakket med forskellige pakkegasser blev der anvendt uspecificerede råvarer med 10-12% fedt. Råvarerne blev grovhakket (10-12 mm), mikset (10-12% fedt, N₂ som kølegas) og finhakket industrielt 6 dage efter slagtning. Det hakkede kød blev efterfølgende detailpakket i 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂ samt 50% O₂ + 40% CO₂ + 10% N₂ og 80% O₂ + 20% CO₂, hvorefter det blev lagret i op til 13 dage ved 5°C med belysning i 8 timer ved 1200 lux.



Resultat lagringsforsøg

Holdbarheden af hakket oksekød blev fastsat efter afvigelser i rå lugt ved både lav og høj O₂-koncentration i pakkegassen. Varigheden, inden prøverne blev overvejende uacceptable, var dog afhængig af pakkegassens sammensætning.

Til forskel fra screeningsforsøget var kødet her hakket 6 dage efter slagting. Resultatet viste, at det var muligt at reducere O₂ i MA-pakket hakket oksekød, uden at gå på kompromis med holdbarheden, idet kød pakket i 50% O₂ + 40% CO₂ + 10% N₂ havde samme holdbarhed som kød pakket i 80% O₂ + 20% CO₂. Derimod blev holdbarheden reduceret fra ca. 9 dage til 6-7 dage ved pakning i 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂, dvs. at holdbarheden blev forkortet med 2-4 dage afhængig af alder på kødet inden hakning.

På trods af at screeningsforsøget viste, at dannelse af lipidoxiderationsprodukter (TBARS) var 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, kunne disse forskelle ikke påvises ved en sensorisk profilttest, hvor intensiteten af både smag, lugt og tekstur var ens for alle pakkegasser efter 5 dages lagring.

Der kunne ikke 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 blev gennemført 5 dage efter pakning, og det kan derfor ikke afvises, at der på et senere tidspunkt i lagringsperioden kunne komme betydelige smagsforandringer, idet screeningsforsøget viste, at pakning i 40% O₂ + 20% CO₂ + 40% N₂ medførte mindre lipidoxidation i forhold til pakning med både 50% og 80% O₂. Det kan heller ikke afvises, at der vil kunne påvises teksturforandringer senere i lagringsperioden, da både lipid- og proteinoxidation øges under lagring for alle typer pakkegas.

	40% O ₂ + 20% CO ₂ + 40% N ₂	50% O ₂ + 40% CO ₂ + 10% N ₂	80% O ₂ + 20% CO ₂
Alder 6 dage	6,5 dage	9 dage	9 dage
Alder 2 dage	8 dage	11 dage	12 dage

Konklusion
hakket oksekød
i MAP

- Undersøgelserne på MA-pakning af hakket oksekød i forskellige pakkegasser viste, at
- farven er acceptabel i længere tid end 'rå lugt' af hakket oksekød, også selvom O₂-indholdet er sænket til det halve.
 - ved pakning af hakket oksekød i modificeret atmosfære påvirker både O₂ og CO₂ kødets holdbarhed. Pakkes hakket oksekød i 50% O₂ + 40% CO₂ + 10% N₂, er holdbarheden tilsvarende traditionel MA-pakning, men sænkes O₂-indholdet til 40%, vil holdbarheden blive 2-4 dage kortere afhængig af kødets alder inden hakning.
 - spisekvaliteten af hakket oksekød ikke kunne forbedres ved at sænke O₂-koncentrationen til 40-50% i pakkegassen sammenlignet med traditionel MA-pakning i 80% O₂ og 20% CO₂, hverken i relation til udseende, tekstur eller smag. For at opnå en forbedret spisekvalitet bør oxygen helt udelukkes, hvilket dog vil betyde, at kødet ikke bloomer og derfor får en mørkere rød-violet farve.

Delopgave 3. Test af 3-gasløsninger til optimering af spisekvalitet af MA-pakkede oksebøffer

Motivation

Som alternativ til traditionel 2-gas MAP (O₂, CO₂) kan anvendes 3-gas MAP (O₂, CO₂, N₂), hvor nitrogen anvendes som fyldgas. Det er i en række studier vist, at holdbarheden ikke begrænses væsentligt, men der er meget begrænset viden om de sensoriske konsekvenser ved 3-gas MAP.

Indhold

I samarbejde med repræsentanter fra den danske oksekødsbranche blev det besluttet at sammenligne kvalitet og holdbarhed af 3 alternative 3-gasblandinger med 2 kendte pakkemetoder, dels en skinpakning (vakuum) og dels en traditionel 2-gas MAP med 70% O₂ + 30% CO₂ i headspace. Gassammensætning af 3-gasblandingerne bestod af 30-50% oxygen (O₂), 30% kuldioxid (CO₂) og 20-40% nitrogen (N₂). Det var de samme pakkemetoder, der blev sammenlignet i spisekvalitetsforsøget og holdbarhedsforsøget.

		Spisekvalitet							Holdbarhed				
1 x Rå-vare	Muskel: Striploin Modning: 3°C i 16-20 dage						2 x Rå-vare	Muskel: Striploin & tykstegsfilet Modning: 3°C i 16-20 dage					
5 x pakning	Skinpak	1	2	3	4	5	5 x Pakning	Skinpak	1	2	3	4	5
		30% O ₂	40% O ₂	50% O ₂	70% O ₂	30% O ₂			40% O ₂	50% O ₂	70% O ₂		
		30% CO ₂	30% CO ₂	30% CO ₂	30% CO ₂	30% CO ₂			30% CO ₂	30% CO ₂	30% CO ₂		
		40% N ₂	30% N ₂	20% N ₂	-	40% N ₂			30% N ₂	20% N ₂	-		
Lagring	Display: 1200 lux 5°C i op til 7 dage						Lagring	Display: 1200 lux 5°C i op til 23 dage					

I lagringsperioden blev der løbende udtaget prøver til analyse for spisekvalitet og holdbarhed. Alle råvarer var modnet i 20 dage, hvorefter de blev analyseret for kimtal, fedtindhold og pigmentindhold. Sensorisk profilering, måling af stegesvind samt foto af PMB blev gennemført dag 6, mens lugt og udseende til fastsættelse af holdbarhed blev bedømt i op til 19 dage efter pakning.

Konklusion bøffer i MAP *Holdbarhed af bøffer af striploin*

Holdbarhedsforsøget af detailpakkede bøffer, af modnet striploin, vurderet på rå lugt og udseende viste, at lugtkarakteren afveg, samtidig med eller før udseendet afveg. Uanset om bøffer detailpakkes i skinpakning eller i MAP, afveg lugten uacceptabelt i løbet af 6-7 dage, hvorimod udseendet først afveg efter 7-9 dage, og farven af skinpakkede bøffer afveg efter 15-19 dage.

Holdbarhed af bøffer af tyksteg

Holdbarheden af detailpakkede bøffer af modnet tyksteg vurderet på rå lugt og udseende blev begrænset for 4 ud af 5 pakkemetoder ved afvigende lugt. For MA-pakkede bøffer gik lugten fra acceptabel til uacceptabel efter 5-6 dage og efter 6-7 dage i skinpakning. For én pakkegas blev holdbarheden begrænset af afvigende udseende. MA-pakkes bøffer i 30% O₂ + 30% CO₂ + 40% N₂, afveg lugten efter 6 dage, mens udseendet afveg efter ca. 5 dages lagring. Uanset pakkegas vil MA-pakkede tykstegsbøffer afvige uacceptabelt efter ca. 5 dages lagring, mens skinpakning vil medføre 1-2 dages ekstra holdbarhed.

Spisekvalitet af bøffer af striploin

Bøffernes udseende påvirkes af, hvilken detailpakning kødet pakkes i, idet kødet får en højere grad af premature browning (PMB), i takt med at iltindholdet i pakkegassen øges. Spisekvaliteten af striploinbøffer afhænger ligeledes af, hvordan kødet er pakket efter modning. For optimal saftighed og mørhed bør bøfferne pakkes i skinpakning eller MA-pakkes med en pakkegas bestående af 30% O₂ + 30% CO₂ + 40% N₂. Den mest intense kødsmag opnås ligeledes ved skinpakning, mens pakning i 30-40% O₂ øger intensiteten af genopvarmet smag og øges endnu mere, hvis iltindholdet øges til 50-70% O₂.

Delopgave 4. Kølegassers betydning for kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød

Motivation

Der har været stort fokus på iltens skadelige effekt resulterende i harskning og teksturændringer, men noget tyder på, at kuldioxid i for høje koncentrationer påvirker både saftighed, stegesvind og det stegte køds udseende. Derfor er det relevant ikke kun at optimere CO₂ i pakkegassen, men også at kende betydning af CO₂ som kølegas ved skrotning og hakning af hakket oksekød. Industrien er usikker på, hvilken metode der er optimal for kvaliteten.

I delopgave 4 blev spisekvalitet og holdbarhed af hakket kød, der var skrottet med henholdsvis nitrogen (N₂) og kuldioxid (CO₂), testet. Der blev dokumenteret spisekvalitet på både friskhakket oksekød (på pakkedagen) og på MA-pakket hakket oksekød efter lagring.

Indhold

10 slagtekroppe fra samme slagtedag blev udvalgt, så de repræsenterede størstedelen af de dyr, der slagtes i Danmark. Forfjerdinger blev udbenet 5 dage efter slagtning og blev 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 anvendte CO₂-køling i mikseren, og én fabrik, der anvendte 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.

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	

Til dokumentation af kvalitetsforskelle blev udført sensorisk profilanalyse (smag, tekstur, saftighed) samt fotodokumentation for premature browning (PMB), og der blev registreret stegesvind under tilberedning af kødet. Til dokumentation af holdbarhed blev der analyseret for psykrotroft kimtal på pakkedagen samt bedømmelse af lugt og udseende under lagring.

Konklusion

Til fastlæggelse af holdbarhed af hakket oksekød er 'rå lugt' den mest retvisende parameter, da lugten afviger uacceptabelt før eller samtidig med farven.

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 oksekød kølet med CO₂, men forskellen er relativ lille. Samlet set er betydningen af kølegas for den sensoriske kvalitet af hakkebøffer beskeden.

Lagringstiden i MAP har en betydning for både konsistens og smag. Øges lagringstiden fra 2 til 6 dage, vil kødet få 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. Oksekød kølet med CO₂ har et højere niveau af sekundære lipidoxiderationsprodukter efter 9 dages lagring. Disse harskningsprocesser kan dog ikke dokumenteres sensorisk efter 6 dages lagring.

Overordnet set er der relativ lille betydning af kølegas på spisekvaliteten af bøffer fra hakket oksekød lagret i høj ilt-MAP. Den største betydning af kølegas skal findes i de 2 dages ekstra holdbarhed, der opnås ved CO₂-køling.

Delopgave 5. Perspektiver for anvendelse af naturlige antioxidanter

Motivation

Der mangler fortsat grundlæggende viden om mekanismerne bag de kvalitetsforringelser, der ses ved traditionel MA-pakning, men proteinoxidation menes at være en væsentlig faktor. Tidligere undersøgelser har vist, at mørhed og saftighed forringes ved pakning i høj ilt. Frem til 2015 har der ved Københavns Universitet været forsket i naturlige antioxidanters beskyttelse mod proteinoxidation. I 2014 opnåede KU en dybere forståelse af en række antioxidanters sikring af spisekvalitet og farvestabilitet af marineret svinekød. Denne nye viden er i muligt omfang blevet perspektiveret i forhold til anvendelse på oksekød.

Indhold

Phenoliske antioxidanter vil have den samme mekanisme, uanset om de injiceres i oksekød eller svinekød. Derfor forventes resultaterne i nogen grad at kunne overføres til oksekød. Det skal dertil nævnes, at de to kødtypers sammensætning afviger betydeligt fra hinanden, særligt i forhold til pigmentindhold og fedtsyresammensætning der begge har betydning for oxidation. Oksekødet indeholder som regel mere pigment end svinekødet og kan derfor være særligt følsomt over for oxidation, da jernatomerne i myoglobinmolekylet initierer de oxidative processer. Der vil derfor være behov for at tilpasse doseringen af antioxidant i lagen afhængig af råvarens sammensætning.

Konklusion

Phenoliske antioxidanter vil påvirke oxidationsprocesserne i MA-pakket lagesaltet kød og vil derfor have en betydning for farvestabilitet, tekstur og smag. Antioxidanter kan med fordel inkorporeres i hele kødstykker vha. en sprøjtelage og derved optimere disse kvalitetsparametre. Antioxidanterne virker forskelligt, og det er derfor vigtigt at anvende den rigtige antioxidant og dosis tilpasset til kødtypen.

Delopgave 6. Mikrobiologisk holdbarhedsmodel for hakket oksekød eller bøffer pakket med optimal gasblanding.

Motivation

Der blev udviklet et webbaseret værktøj til prædiktions af mikrobiologisk og sensorisk holdbarhed af MA-pakket hakket oksekød (80% O₂ + 20% CO₂). Modellen giver virksomhederne mulighed for på en nem og hurtig måde at estimere holdbarhed, afhængig af lagringstemperaturer og kimtal. Derved får virksomhederne bedre mulighed for at holdbarhedsmærke detailpakket hakket oksekød på et veldokumenteret grundlag.

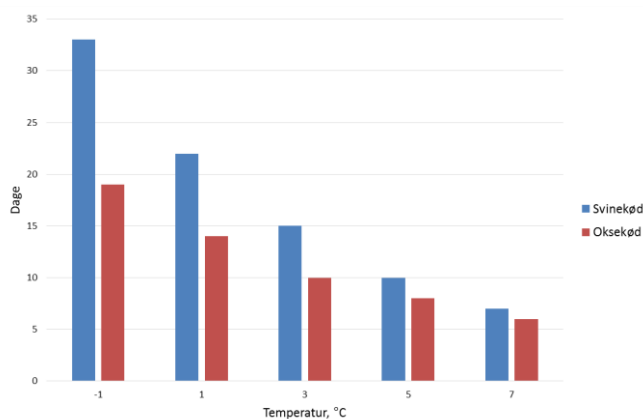
Værktøjet tager højde for, at udskæringer/småkød/trimmings kan opbevares vakuumpakket i op til 15 dage inden hakning.

Indhold

Der blev gennemført forsøg ved temperaturer angivet som gennemsnit af temperaturer logget i hele lagringsforløbet. Til forsøg til fremskaffelse af datagrundlag – uden vakuumlagering af kødet før hakning – blev kødet lagret ved -0,8°C, 1,5°C, 4,5°C og 7,7°C. Til valideringsforsøg med kød vakuumlagret i 13 dage før hakning blev kødet lagret ved 2,1°C og 4,5°C.

Der er tidligere udviklet en holdbarhedsmodel for MA-pakket hakket svinekød. Sammenlignes den forventede holdbarhed for hhv. MA-pakket hakket oksekød og MA-pakket hakket svinekød, så er holdbarhederne som vist i figur 3. Meget overraskende, så er den forventede holdbarhed for MA-pakket hakket oksekød kortere end den forventede

holdbarhed for MA-pakket hakket svinekød, især ved opbevaring ved lav temperatur. Årsagen kan være, at pigmentindholdet i oksekød er større end i svinekød, og forskellen er dermed betinget af, at der hurtigere udvikler sig afvigende lugt pga. oxidation.



Figur 3. Forventet holdbarhed (antal dage indtil 50% af pakkerne er uacceptable vurderet på lugt) af MA-pakket (80% O₂ + 20% CO₂) hakket oksekød og svinekød. Startkimal 4 log cfu/g.

Konklusion

Der er udviklet en model, som med god nøjagtighed kan beregne sammenhæng mellem startkimal, temperatur og udvikling i hhv. kimal og rå lugt og dermed prædiktere holdbarheden af MA-pakket hakket oksekød, hvor udskæringer/småkød har været opbevaret i op til 15 dage i vakuum inden hakning.

Der er usikkerhed om, hvor godt udvikling i kimal prædikteres. Ved offentliggørelse af modellen håndteres det ved at øge usikkerheden på prædiktionen.

Konklusion

Der er fortsat opmærksomhed på kvaliteten af MA-pakket kød i Danmark og i landene omkring os, og relevansen af nye løsninger til optimering af kvalitet og holdbarhed er høj, både for forbrugere, detailled og kødbranche. Følgende guidelines opsummerer nyeste viden for MA-pakning i alternative pakkegasser for hakket oksekød og modnede bøffer.

Hakket oksekød

Guidelines for pakning af hakket oksekød

Det er ifølge nærværende undersøgelser ikke muligt at optimere både kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød ved anvendelse 3-gas MAP.

For maksimal **holdbarhed** anbefales at

- hakke kødet så tæt på slagtedatoen 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 2-4 dage 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 O₂ 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 traditionel MA-pakning med højt iltindhold.



Hakked 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%	-	

Bøffer

Guidelines for pakning af modnede oksebøffer

Traditionel detailpakning i modificeret atmosfære med 70% O₂ + 30% CO₂ har ved gentagne forsøg vist at påvirke spisekvaliteten negativt sammenlignet med skinpakning. Ulempen ved skinpakning er, at kødets overflade ikke bloomer og dermed har en mørkere violet farve end den røde farve, som forbrugerne efterspørger. Ønskes en rød farve for modnede bøffer, anbefales at pakke bøfferne i en pakkegas bestående af 30% O₂ + 30% CO₂ + 40% N₂. Derved øges mørhed, saftighed og smag sammenlignet med pakning i 70% O₂ + 30% CO₂ uden at gå væsentligt på kompromis med holdbarheden.



Modnede oksebøffer (LD)	O ₂	CO ₂	N ₂	Temp.
Holdbarhed				
Lugt: 6 dage	30%	30%	40%	2-5°C
Farve: 7 dage				

Rapporter & publikationer

- DMRI rapporter* Rapport – 'State of the art 2013 – Detailpakning af fersk oksekød_version 2' af Mari Ann Tørngren, 24.05.2013.
- Rapport – 'Screening af nye pakkegasser ved MA-pakning af hakket oksekød' af Mari Ann Tørngren og Mianne Darré, 26.09.2013.
- Rapport – 'Betydning af pakkegas for kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød' af Mari Ann Tørngren og Mianne Darré, 02.06.2014.
- Rapport – 'Gassammensætningens betydning for kvalitet og holdbarhed af bøffer pakket i 3-gas MAP' Mari Ann Tørngren og Mianne Darré, 21.01.2015
- Rapport – 'Kølegassernes betydning for kvalitet og holdbarhed af hakket oksekød' af Mari Ann Tørngren og Mianne Darré, 27.11.2015
- Rapport – 'Perspektiver for anvendelse af phenoliske antioxidanter i oksekød' af Mari Ann Tørngren, 27.11.2015
- Rapport – 'Holdbarhedsmodel for MA-pakket hakket oksekød' af Hardy Christensen, 16.12.2015

Studerende Laura Baussà I Cano. MSc Thesis (30 ECTS). Beef minced packed in modified atmosphere – Impact of gas composition on meat quality during cold storage (2014). Supervisor: Caroline P. Baron, Associate Professor, National Food Institute, DTU. Co-supervisors: Mari Ann Tørngren, Senior Consultant, DMRI; Dimitrios Spanos, PhD Student, National Food Institute, DTU; Censor: Dorthe Kirstensen, Research Scientist, Novo Nordisk. Final part of the MSc program in Advanced and Applied Chemistry. It has been performed at the National Food Institute, Lipid and Oxidation Department at Danmarks Tekniske Universitet (DTU) in Lyngby, from September 2013 to February 2014.

Konferencer & seminarer Spanos, D., Baussá, L., Baron, C.P., Tørngren, M.A. (2014) Minimising protein oxidation in retail-packed beef using three-gas MA-packaging. 60th International Congress of Meat Science and Technology, 17-22nd August 2014, Punta Del Este, Uruguay.

Tørngren, M.A. & Darré, M. (2015). Three-gas MAP is optimizing quality and shelf life of retail packed beef steaks. 61st International Congress of Meat Science and Technology, 23-28th August 2015, Clermont-Ferrand, France.

Virksomhedsseminar om pakning af kød, 2. november 2015. Afholdt på DMRI med deltagelse af danske virksomheder: emballagefirmaer, slagteri og forarbejdning, detailhandelen, gasfirmaer, salg og udvikling af pakkemaskiner samt måling og styring af gasser.

Mundlig formidling Status, resultater og planlægning: 1. styregruppemøde 12.04.2013
Pakkemøde. Besøg af Færch plast og Sealed air 21.08.2013
Detailpakning af oksekød: MAP vs. Skinpakning. Besøg af NEMCO 16.09.2013
Shelf-life and packaging. Besøg af svensk detailhandel 22.10.2013
Packaging and eating quality. Besøg af Cryovac Sealedair 12.12.2013
Status, resultater og planlægning: 2. styregruppemøde 12.09.2014
Status på innovativ detailpakning. Slagterikontaktforum 26.06.2014
Packaging. Besøg af Bemis 11.11.2014
Innovativ detailpakning. Besøg af YaraPraxair 16.12.2014
Status, resultater og planlægning: 3. styregruppemøde 29.01.2015
Hvad er god kvalitet af centralpakket kød? Virksomhedsseminar 02.11.2015
Perspektiver – fra MAP til CAP. Virksomhedsseminar 02.11.2015
Status, resultater og planlægning: 4. styregruppemøde januar 2016

Andre medier Madmagasinet. Kvalitet af hakket kød 12.11.2014
Radioavisen. DMRI hakket kød 11.11.2014
TVA kl. 17.50. 11.11.2014 hakket kød
TVA kl. 18.30. 11.11.2014 hakket kød
<http://www.dr.dk/levnu/mad/emballagen-forringer-koedets-kvalitet>
<http://www.dr.dk/levnu/mad/gode-raad-om-hakket-koed>

Aaslyng, M. & Tørngren, M.A. (2015). Den gode smag i måltidet. Fødevaremagasinet. TEMA: kød, fisk, delikatesser og økologi, p. 18.

Tørngren & Darré (2015). Detailpakning af fersk kød – kan vi optimere pakkegassen? Fødevaremagasinet. December 2015.

On-line

Modellen vil komme til at ligge on-line på www.dmripredict.dk

Referencer

Clausen, I. (2003). Forbrugerpakning af oksekød – modningstid og pakkemetode – effekt på sensorisk og mikrobiologisk kvalitet. DMRI rapport af 20. maj 2003. Projekt 01794, dokument 11633.1.

Clausen, I. (2007). Oksekød – forbrugerpakning og marinerung. DMRI Slutrapport af 9. februar 2007. Projekt. 01837, dokument 36725.1.

Clausen, I., & Baltzer, M. (2004). Forbrugerpakning af oksekød – Pakkesystem 2 (modning og detail) effekt på sensorisk kvalitet og farve. DMRI rapport af 9. september 2004. Projekt 01794, dokument 20620.1.

Clausen, I., Jakobsen, M., Ertbjerg, P., and Madsen, N. T. (2009). Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation, myofibrillar fragmentation index and eating quality of beef. *Packaging Technology and Science* 22:85-96.

Esmer, O., 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.

Estévez, M. (2011). Protein carbonyls in meat systems: A review. *Meat Science* 89:259-279.

Lagerstedt, Å., Lundstrøm, K., & Lindahl, G. (2011). Influence of vacuum or high-oxygen modified atmosphere packaging on quality of beef *M. longissimus dorsi* steaks after different ageing times. *Meat Science* 87:101-106.

Lund, M. N., Lametsch, R., Hviid, M. S., Jensen, O. N., and Skibsted, L. H. (2007). High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine *longissimus dorsi* during chill storage. *Meat Science* 77:295-303.

Jongberg, S., Wen, J., Tørngren & M. A., Lund, M.N. (2014). Effect of high-oxygen atmosphere packaging on oxidative stability and sensory quality of two chicken muscles during chill storage. *Food Packaging and Shelf Life* 1, 39-48.

Hviid, M, Bejerholm, C. & Christensen, H. (2007). Case Ready svinekød. Sammenligning af 9 forskellige gasblandinger. DMRI rapport af 25. oktober 2007. Projekt 03774, dokument 43833.1.

Pearson, A. M., and Young, R. B. (1989). Sarcoplasmic Proteins. In Muscle and meat biochemistry. A. M. Pearson, and R. B. Young, editors. 296-334.

Tørngren, M. A. (2003). Effect of packing method on colour and eating quality of beef loin steaks. 49th International Congress of Meat Science and Technology. Brazil, September. 495-496.

Tørngren, M. A. & Gunvig, A. M. (2011). Forbedret holdbarhed og kvalitet af detailpakket kyllingekød. DMRI rapport af 13.12.2011. Projekt 2000711.

Tørngren, M. A. & Darré, M. T. (2013). Guidelines for detailpakning af fersk svinekød (2013). DMRI rapport af 14. marts 2013. Projekt 2001533-13.