



## Notat

### RK – Klimasmarte kødprodukter med høj dyrevelfærd

### Teknologier og procedurer til kvalitetsbevarelse af udvalgte sidestrømme

4. november 2019

2006962-05

Version 1

CMJN/mt

<i>Sidestrømme</i>	<b>Baggrund</b> Sidestrømme fra slagtning og udskæring af kyllinger består bl.a. af: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ønskeben</li><li>• Forskrog</li><li>• Bagskrog</li><li>• Rygskrog</li><li>• Halse</li><li>• Lårknogler</li><li>• Organer (kråse, hjerte, lever)</li></ul>
<i>Maskinsepareret kød</i>	<p>Disse dele indeholder udmærket protein og fedt, men også en stor ben-/knogleandel. Traditionelt udnyttes de fleste af disse dele, bortset fra organerne, i produktion af maskinsepareret kød (MDM), hvor produkterne presses, og kød samt fedt passerer ud gennem sigter med huller af typisk 1-3 mm, mens knogleresterne skydes ud en anden vej.</p> <p>Mærkningsmæssigt er det således, at anvendes der en maskine til separation af kyllingekød fra kropsdele eller enkelte knogler, når de dyreste udskæringer er fjernet (med maskine), må produktet ikke kaldes kød, men skal indgå som en ingrediens med begrænsede anvendelsesmuligheder.</p> <p>Lovgivningsmæssigt er det formuleret som "muskelvævet ved processen må ikke være nedbrudt i nævneværdig grad". Problemet er, at lovgivningen ikke angiver nogen metoder, hvormed man kan bestemme nedbrydningsgraden, og heller ikke opstiller grænseværdier for denne. Indholdet af calcium benyttes som en kvalitetsparameter for MDM, og der er fastsat grænser for dette. Lovgivningsmæssig må indholdet af calcium højst være 0,1% svarende til 1.000 ppm. Derudover benyttes ofte 300 ppm som kvalitetsparameter til salgsformål.</p>
<i>Kød fra ønskeben</i>	<p>Ønskeben, eller brystben, der er et biprodukt fra produktion af brystfilet, kan behandles i specialudstyr, hvor kødet rives af. Denne proces giver et lyst, farslignende produkt, hvor kødfibrenes struktur er bibeholdt, og som indbringer en betydelig bedre pris end MDM. Dette produkt betragtes i dag som kød, men der pågår en diskussion om, hvorvidt dette skal sidestilles med MDM. Produktet er magert med et fedtindhold, som modsvarer kyllingefilet, det vil sige omkring 1-2%.</p>

<i>Skrogdele</i>	Skrogdelene indeholder rester af røde og hvide muskler, skind og blodrester. Processen resulterer her i produkter med en lyserød farve, mørkere end produktet fra ønskeben og med en noget finere struktur. Fedtindholdet ligger typisk på 15-25%, afhængig af hvilke skrogdele som indgår, og hvordan udstyret indstilles. Kødet presses af knoglerne under tryk, og herved ødelægges knoglerne delvist, hvorved marven presses ud og indgår i produktet.
<i>Kyllingehalse</i>	Kyllingehalse presses også, men halsen indeholder porøse skiver, som let knuses i processen i MDM-udstyret, hvorved calciumindholdet i produktet bliver uacceptabelt højt. Udbyttet for kyllingehalse er derfor ikke særlig højt, og der er en del kød tilbage på halsene, som derefter må afsættes til minkfoder til lav pris.
<i>Lårknogler</i>	Problemstillingen for lårknogler er analog til kyllingehalse. Efter udbening sidder der en del restkød tilbage på lårknoglen, men da lårknoglen er en rørknogle, og dermed hul, knuses og splintres knoglerne, når de presses i MDM-udstyret, hvorved calciumindholdet nemt bliver for højt.
<i>Kvalitet og holdbarhed af MDM</i>	MDM har en meget stor overflade og nedbrydes derfor let. Bakterietallet er højt, og produktet skal enten benyttes kort efter fremstilling eller køles meget hurtigt. Den ferske holdbarhed er som andre farsere 24 timer. I Danmark produceres MDM på slagterierne umiddelbart efter udbening af kylling, men i udlandet forekommer indsamling fra flere slagterier til et centralt produktionssted, hvilket giver et betydeligt mere belastet produkt med en typisk ringere kvalitet.  Holdbarhed på frost er 2 måneder, hvor det er oxidation og harskning, som er den begrænsende faktor. Dette skyldes den store overflade, at cellerne er beskadiget, hvorved der frigives enzymer, samt at mineraler fra knogler og marv, særlig hæmjern og calcium, er prooxidanter.
	<b>Forsøg</b> Det er forsøgt, om det er muligt at udnytte det tilbageværende kød på knoglerne, uden at benytte MDM-processen.
<i>Mekanisk afskæring af kød på lårknogler</i>	Restkødet på lårknoglerne har en høj kvalitet og er meget reelt, og mængden udgør 7-14 gram per lårknogle. Lårknoglerne kan som nævnt ikke udnyttes ved den traditionelle maskinsepareringsproces. Det er derfor overvejet, om det efter udbening, men mens udstyret stadig har fat i knoglen, er muligt at skære tættere på den udbenede knogle og eventuelt acceptere, at der skæres lidt ind i denne for at frigøre kødet. Da produktet ved denne proces bibeholder kødstrukturen, vil det definitionsmæssig være kød og altså ikke maskinsepareret kød (MDM).



Forsøg viste imidlertid, at kødet sidder særdeles godt fast på de langsgående sener, som er seje at overskære. Frysning af lårknoglen gjorde kødet mere stift og nemmere af arbejde med, men selve lårknoglen skæres også let over. Særlig den yderste del i enderne, som består af brusk, skæres let over, og dette var et problem i de udførte forsøg. Konklusionen er derfor, at metoden ikke er direkte anvendelig og vil kræve yderligere udvikling for at fraseparere de ikke-anvendelige dele som brusk og ben.

#### *Enzymatisk hydrolyse*

Et alternativ til mekanisk afskæring er at tilsætte enzymer og hydrolysere proteinerne. Dette er forsøgt for flere af sidestrømmene og med forskellige proteolytiske enzymer (Alcalase, Flavourzyme og Protamex fra Novozymes). Enzymerne er testet i en koncentration på 0,1 og 0,2% samt i enkelte tilfælde 0,5%.

*Peptider* Kvalitetsmæssigt er der fordele og ulemper ved hydrolyse. Enzymerne neddeler proteinerne til mindre peptider, som er opløselige. Samtidig bliver det lettere at fraseparere fedt, så risikoen for harsk smag reduceres.

Ulempen er, at længere tids hydrolyse vil give mange små peptider, der resulterer i bitter smag. Dette kan til en vis grad styres gennem løbende at følge processen og måle DH (Degree of Hydrolysis).

Det er også muligt at fjerne de små peptider, der giver den bitre smag, ved membranfiltrering, men dette komplicerer og fordyrer processen og er ikke testet. Hvis der er fedt til stede, er der også større risiko for, at membranerne stopper til.

Det vil ikke være praktisk muligt at bringe alt proteinet i opløsning, da dette vil kræve, at hydrolysen skal køre for længe. Derved bliver produktet for bittert, og kvaliteten forringes.

*Halse* Forsøgene viste, at de proteolytiske enzymer ikke var særlig effektive overfor halsene. Der ligger en hinde om halsmusklerne, og selvom denne delvist ødelægges i MDM-processen, er den tilstrækkelig intakt til at hindre enzymernes adgang til musklerne, så der sker ikke megen hydrolyse.



Halse efter 4 timers hydrolyse.

*Lårknogler* Der sker en større hydrolyse af kødet på lårknoglerne, men der er stadig relativt meget kød tilbage på knoglerne, selv efter lang tids hydrolyse.



Lårknogler efter hydrolyse.

*Findelte produkter* Findelte produkter, som MDM eller hakket lever, har en meget større overflade, og her er det lettere for enzymerne at få adgang til proteinerne og neddele disse, illustreret ved det efterfølgende billede af hydrolyseret hakket lever, hvor partiklerne selv efter relativ kort tid bliver meget fine. Lever har dog en tydelig organlugt.

Blandt de testede enzymer var Alcalase mest effektivt. Hydrolysen øges yderligere, hvis pH øges.



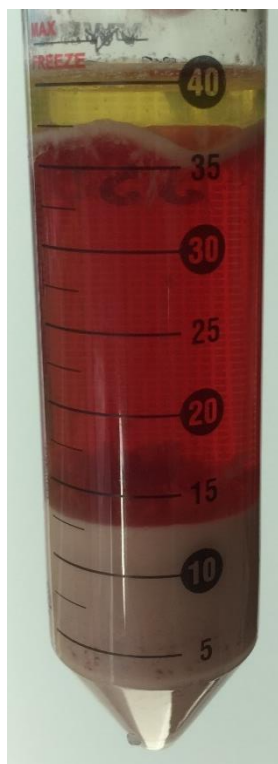
### Proteinoprensning, kvalitet

En måde at udnytte sidestrømmene på er at oprense proteinet fra disse. I oprensningen indgår flere processer, typisk opvarmning fulgt af separation af fedt og vand og sluttelig en opkoncentrering.

### *Separationsproces*

Det første trin i proteinoprensning er en separation af faser. Separation sker typisk på basis af forskelle i densitet og accelereres ved at øge G-påvirkningen i en centrifuge (2 faser) eller en dekanter (2 eller 3 faser). Fedt er lettest, derefter følger vandfasen og nederst den faste fase.

*Fedt* Af hensyn til kvalitet er det vigtig at få skilt mest muligt fedt fra, da risikoen, for at slutproduktet oxiderer og får harsk smag, derved mindskes.



Kyllingefedt smelter allerede ved 35-40°C, så det første fedt er relativt nemt at fjerne, men ved denne temperatur vil proteinerne stadig holde på det meste af vandet. For MDM indgår også fedt fra marv.

Teoretisk kan det være en fordel at separere fedtet, inden proteinerne koagulerer, da de i koagulering og fældning måske kan fange fedt, men forsøgene har ikke entydigt afklaret dette.

Derudover får en øget temperatur fedtet til at skille bedre fra vandfasen.

*pH* Der er også forsøg med at justere råvarens pH. Højt pH, 9-9,5, gav en dårligere separation, idet MDM-produktet dannede en gel, mens justering af pH til nær det isoelektriske punkt for proteinerne, ca. pH 5, gav en større vandfase. Tilsyneladende sås også en lidt bedre fedtseparation, men det kan skyldes variation i råvaren.

*Vask* Der er også udført forsøg med op til 4 gange vask af både rå og varmebehandlet MDM med gentagen separation (centrifugering). Vask skiller lidt mere fedt fra. Det første fedt er klart, mens fedtlaget ved de efterfølgende vaske og centrifugering bliver mælkefarvet og uklart.

Sandsynligvis separeres det meste af det almindelige fedt fra i det øverste olielag, mens en del af det fedt, der bliver tilbage, er membranfedt, som består af fosforlipider. Fosforlipiderne kan også virke som emulgatorer og dermed være med til at holde på noget af det øvrige fedt. Når det er svært at separere fedt fra, hænger det også sammen med produktionsprocessen for MDM. Når kødet presses af knoglerne og

gennem de fine huller i sigten, som er nødvendig for at fjerne benpartiklerne, dannes en kødemulsion, som holder på fedtet, og komponenter fra blodet kan yderligere være med til at stabilisere emulsionen.



*Harskning* Det øverste hvide lag, som ikke er ret tykt, er formentlig en blanding af fedt og protein, og indholdet af fedt i slutproduktet ændres ikke væsentlig, samtidig med at det stadig harsker.

Harskningen accelereres også, især af jern fra blod, men også af andre mineraler, som stammer fra presning af produkter med knogler.

*Farve* En anden kvalitetsparameter er farve, idet der ønskes et lyst produkt, som vil kunne tilsættes flest mulig andre produkter.



Et proteinprodukt produceret på basis af sidestrømme fra udbening af kyllingebryst, ønskeben med rester af brystfilet, resulterer i et lyst produkt med neutral smag, mens produkter baseret på MDM generelt får en brunlig farve.

Et af formålene med at introducere et eller flere vasketrin var at fjerne mest muligt blod og jern og derigennem få et lysere produkt. Slutproduktet blev dog kun marginalt lysere efter op til 4 gange vask.

### *Tørring*

Den faste fase fra separationsprocessen er efterfølgende tørret for at få en yderligere opkoncentrering af proteinet og gøre det lagerstabil. Tørring er foretaget ved 75-80°C.

*Farve* Uanset råvare er det observeret, at produkterne bliver mørkere under tørring, og det gælder både for tørring ved 75-80°C og for tørring ved lav temperatur (40-50°C) under lavt tryk. Produkt baseret på kødrester på ønskebenet, som består af hvid muskel, er dog stadig forholdsvis lyst, mens de øvrige produkter får en brunlig farve.

Der er formentlig flere årsager til den mørke farve. En årsag er, at råvarer baseret på skrogdele indeholder blodrester og desuden marv fra knoglerne.

Desuden er det observeret, at produktet bliver brunt under tørring, selvom det ser forholdsvis lyst ud inden. Brunfarvningen starter på ydersiden/overfladen af partiklerne. Samtidig blev der også observeret en ammoniakagtig lugt i slutningen af tørreprocessen.

Smagsmæssigt sker der også en ændring under tørreprocessen. Når produktet er opvarmet til 80°C og derefter centrifugeret, har den faste fase (proteinet) stadig en forholdsvis mild/neutral smag, men efter tørring kan man fornemme en smag af dyrefoder.

### *Vask*

Som nævnt er der ikke set nogen tydelig effekt af vask med det formål at fjerne mest muligt blod og jern.

### *Brunfarvning*

Brunfarvning for denne type produkt vil normalt være non-enzymatisk brunfarvning, Maillard-reaktion, men denne finder normalt sted ved temperaturer på over 140°C. Derudover øges Maillard-reaktionen også, når vandaktiviteten falder.

Højt pH kan imidlertid accelerere Maillard-reaktionerne, og pH i MDM er ca. 7, hvilket er højere end i muskler.

Det kan ikke udelukkes, at brunfarvning og smagsændring er relateret til det høje pH i MDM, og der bør derfor udføres forsøg med sænkning af pH for at afklare dette.

Derudover øges Maillard-reaktioner også, når vandaktiviteten falder som under tørring.

#### *Antioxidanter*

Da det ikke har været muligt at fjerne alt fedt, og harskning udgør et problem, vil det være nødvendigt at tilsætte antioxidanter for at bibeholde kvaliteten.

Blandt de mulige antioxidanter er det især askorbinsyre og tocoferol (vitamin E), som er relevante, eventuelt begge. Derudover bruger en del virksomheder at tilsætte et ekstrakt af rosmarin for at undgå at skulle deklarere et tilsætningsstof.

Et litteraturstudie viser, at for et produkt som MDM vil tocoferol være mest effektivt, fulgt af askorbinsyre og rosmarinekstrakt, se for eksempel Mielnik, M.B.; Aaby, K. & Skrede, G., 2003.

En kombination af ilt- og lystæt emballage og tilsætning af antioxidanter vil kunne kontrollere harskning og give et holdbart produkt under opbevaring.

Da oxidation/harskning gennem dannelse af frie radikaler er en selvaccelererende proces, skal antioxidanterne tilsættes så tidligt i processen som muligt for at være mest effektive. I praksis vil det sige, at de skal tilsættes på slagteriet umiddelbart efter MDM-processen. Det vil være en tilføjelse til den nuværende proces og kræve en mixer/blandemaskine, men bestemt være mulig.

#### **Sammenfatning**

#### *Sidestrømme*

Der er sidestrømme fra kyllingeslagtning, som i dag kun udnyttes delvist til konsum. Det er forsøgt, om det er muligt ved mekanisk bearbejdning at øge udnyttelsen af kød fra lårknoget, men der har været kvalitetsproblemer med ben og bruskrester i produktet, og det synes ikke at være en mulig vej.

#### *Hydrolyse*

Alternativt kan sidestrømmene hydrolyseres med brug af enzymer. Brug af enzymer forudsætter, at produkterne først hakkes for at opnå en effektiv hydrolyse. Dette kan blive en udfordring, da mineralindholdet stiger, når denne type produkter hakkes, og mineralerne kan påvirke kvaliteten. Hydrolysen vil give bedre mulighed for separation af fedt, men temperaturen under hydrolyse er typisk 45-55°C, hvilket også øger oxidation af fedtfasen.

Optimalt skal produktet derfor varmes op, og fedtfasen separeres fra, før hydrolysen startes. Opvarmning vil ikke skille alt fedtet fra, men dog størstedelen. For fedt af god kvalitet er der flere afsætningsmuligheder, og produktet har en rimelig markedsværdi.

For tørrede proteinprodukter, der baseres på maskinseparatoreret kød som råvare, optræder der især to typer af kvalitetsproblemer, som hænger sammen med forarbejdningsprocesserne.

#### *Fedt*

Produkterne får let en harsk smag. Det hænger sammen med, at fedtindholdet er højt, som følge af MDM-processen, og kombineret med råvarerne vanskeliggøres frasepareringen af fedt. Udover dette er der et højt indhold af mineraler, som fremmer oxidation.

Det ser ikke ud til, at det er muligt at reducere mængden af fedt i slutproduktet, og derfor er tilsætning af antioxidanter så tidligt i processen som muligt eneste mulighed, efterfulgt af pakning i ilt- og lystæt emballage.

Blandt antioxidanterne ser tocoferol ud til at være mest effektivt, eventuelt i kombination med askorbinsyre, der nogle gange kan optræde som prooxidant.

#### *Farve*

Et andet kvalitetsproblem er farve, idet produkterne let får en mørk farve, der kan reducere anvendelsen i visse applikationer. Mørkfarvningen er relateret til et højt indhold af blod, som også er et resultat af MDM-processen, og det er ikke muligt at udvaske blodet.

Den mørke farve udvikler sig yderligere under tørreprocessen. Da den formentlig er et resultat af Maillard-reaktioner, er det vigtigt med en kort tørretid og lav temperatur. Disse reaktioner øges ved højt pH, og det kan derfor være, at pH-justering kan være med til at kontrollere mørkfarvning.

#### **Reference**

Mielnik, M.B.; Aaby, K. & Skrede, G. 2003.

Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat.

Meat Sci. 61: 73-84.