



## Notat

5. marts 2014  
Projekt nr. 2003032  
JBOE/JUSS

### Sortfarvning af ben i kyllingeprodukter

Jannie Bøegh-Petersen

- Baggrund* Farven på kødet er den mest almindelige kvalitetsindikator, som anvendes af forbrugerne til at bedømme produktets friskhed. Kødets farve kan indikere mikrobiel ødelæggelse. Ved at forstå de faktorer, der påvirker kødets farve, kan vi styre farvestabilitet i kødprodukter og maksimere forbrugernes kvalitetsopfattelse. Det er derfor vigtigt, at misfarvningen af kød og i dette tilfælde også benene udskydes og svarer til den holdbarhedstid, der gives i forhold til mikrobiologi (fordærv) og sensorik (harskning).
- Formål* At opsummere årsager til sortfarvning af ben inden for kødindustrien med fokus på fjerkræ.
- Konklusion* Forekomsten af sorte ben inden for fjerkræindustrien er blevet registreret i forbindelse med udbening, hvor der er risiko for, at hæmoglobin fra knoglemarven kan overføres til overfladen af ben og kød omkring benet. Under påvirkning af ilt vil hæmoglobinet over tid ændre farve fra rød til brun til sort. Sammenlignelige observationer er registreret inden for svinekødsbranchen, hvor bl.a. midtflækkemetoden kan have betydning for tidspunktet for misfarvningen.
- Pakkemetoden kan efterfølgende have betydning for sortfarvning af ben, da pakning i høj iltmodifieret atmosfære (MAP) kan være med til at fremme misfarvningen, da hæmoglobinet bliver eksponeret for ilt (oxygen). Endvidere er der i forsøg med vakuumpakkede kyllingelår påvist sortfarvning af ben, som kan skyldes, at myoglobin ved fravær af oxygen bindes til vand og har en blå/lilla farve.
- For unge slagtekyllinger kan der efter tilberedning forekomme 'Black Bone Syndrome' (BBS), som skyldes udsivning af hæmoglobin fra porøse knogler. Frysning kan generelt øge forekomsten af

BBS og særligt langsom frysning og optøning kan accelerere udviklingen af BBS. Tilskud af D-vitamin til slagtekyllingediæten er blevet påvist at kunne reducere forekomsten af BBS.

### Kødets farve

Kødets farve er primært bestemt ud fra pigmenterne myoglobin og hæmoglobin, som er proteiner, der binder oxygen og derfor er nødvendige for et dyrs metaboliske aktivitet (Institute of Food Technologists 2000).

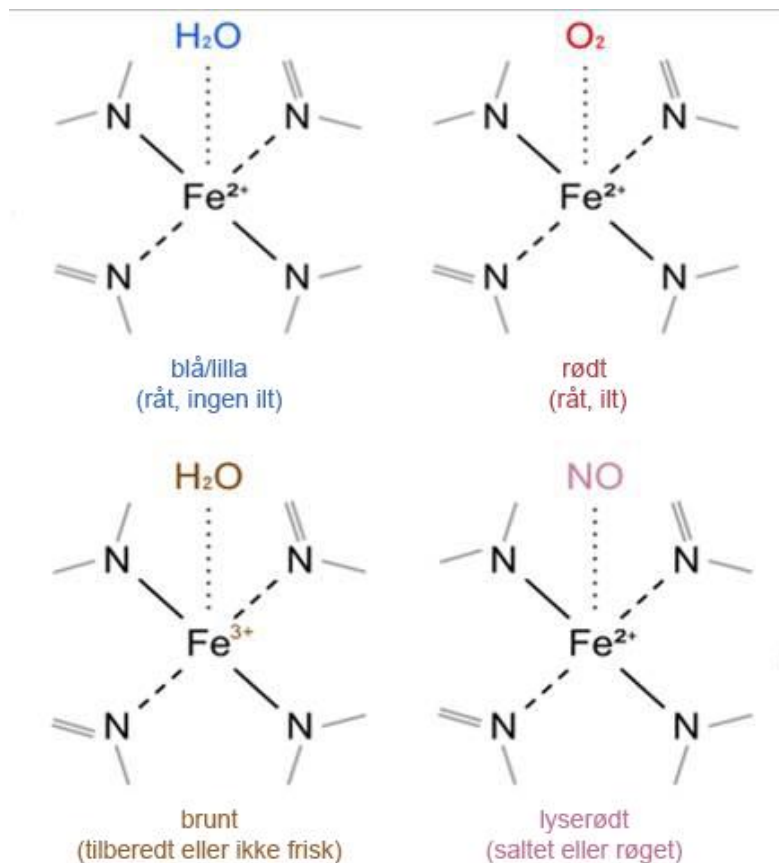
Myoglobin har en hæmgruppe, mens hæmoglobin har fire hæm grupper. For både myoglobin og hæmoglobin er hæmgrupperne bundet til et globin (protein), med forskellig omgivende struktur. I centret er et ioniseret jernatom, som binder oxygen i hhv. muskler (myoglobin) og blod (hæmoglobin). Myoglobin er overvejende til stede i røde muskelfibre, som bruges kontinuerligt, hvorfor oxygen lagres til langvarig indsats. Hvide muskelfibre anvendes til at udøve energi hurtigt og kortvarigt, hvorfor de ikke indeholder lige så meget myoglobin. Figur 1 viser den centrale del af en hæmgruppe (McGee 2004).



**Figur 1. Den centrale del af en hæmgruppe (McGee 2004).**

De forskellige forbindelser, som kan bindes til jernatomet har indvirkning på kødets farve (McGee 2004). Lige efter slagtning har oksekød en dyb lilla farve. Når oxygen fra luften absorberes i kødets overflade ændres farven og bliver lysere. Det lysere pigment kaldes oxymyoglobin. Myoglobin og oxymyoglobin kan oxidere, og derved ændres pigmentet til en brunlig farve; metmyoglobin. Myoglobin, oxymyoglobin og metmyoglobin kan ændre sig fra den ene til den anden, når de rette betingelser er til stede. Under tilberedning af kød denaturerer metmyoglobin, som normalt ikke kan ændres til andre pigmenter (Institute of Food Technologists 2000).

Endvidere har pakke- og tilberedningsmetoder betydning for, hvilke forbindelser, der bindes til jernatomet og dermed også kødets farve, se figur 2.



**Figur 2. Kødets farve afhængig af forbindelse bundet til jern samt oxidationsstadiet af jern. (StackExchange 2012).**

Når der ikke er oxygen til stede er jern (Fe) bundet til vand ( $\text{H}_2\text{O}$ ), hvilket giver kødet en blå/lilla farve. Farven kan bl.a. genkendes i vakuumpakket kød, hvor oxygen ikke er til stede. Jern er i +2 oxidation (to elektroner fjernet). Når jern (Fe) er bundet til oxygen ( $\text{O}_2$ ), vil kødet være rødt i farven. Jern er i +2 oxidation (to elektroner fjernet). Pakning i høj iltatmosfære kan hjælpe med at bevare kødets røde farve. Når jern (Fe) ioniseres i +3 tilstand, kan det igen binde sig til vand og kødet bliver brunt. Dette vil ske over en periode med mindre ilt til stede, eller hvis proteinet er destabiliseret af lavt pH eller temperatur, hvorfor tilberedt kød bliver brunt. Tilberedning ved lave temperaturer (sous-vide) vil reducere destabiliseringen af proteinet og kødets lyserøde farve kan bevares. I saltet og røget kød er jern (Fe) bundet til nitrogenoxid (NO) og kødet vil blive lyserødt (McGee 2004). For at kunne optimere kødets farve er det derfor essentielt at forstå de kombinerede effekter af iltforbrug og metmyoglobin reduktion (Mancini & Hunt 2005).

Kødets farve adskiller sig inden for forskellige arter; fjerkræ, svinekød, oksekød. En årsag til denne forskel er mængden af myoglobin i kødet. Farven kan også være påvirket af dyrets alder. Kødet

fra ældre dyr bliver mørkere i farven, fordi niveauet af myoglobin stiger med alderen (Food Safety Information 2011).

*Sortfarvning forårsaget ved udbening af kylling*

Sortfarvning af ben kan forårsages i forbindelse med udbeningen, hvorved hæmoglobin fra knoglemarven kan overføres til overfladen af ben og kød omkring benet. Under påvirkning af ilt vil hæmoglobin på overfladen af benet ændre farve fra rød til brun til sort. Misfarvningen kan efter tilberedning endvidere forveksles med, at produktet ikke er gennemstegt og derfor afvises af forbrugere (Singla 2011).

*Sortfarvning af ben i køleopbevarede vakuumpakkede kyllingelår*

I tidligere holdbarhedsforsøg med kyllingekød på DMRI Teknologisk Institut, er der blevet registreret en markant sortfarvning ved lårbenet i vakuumpakkede kyllingelår, se foto 1. Kyllingelår pakket i vakuum er delvist uacceptable efter 9 dage og helt uacceptable efter 12 dage, både hvad angår lugt og udseende. Ud fra alle 15 bedømmelser er produktets udseende vurderet til at være "meget misfarvet", og som det ses på foto 1, er der kraftig sortfarvning omkring lårbenet. I MA-pakninger blev der ikke registreret misfarvninger i holdbarhedsperioden (Tørngren & Gunvig 2012). Sortfarvning af vakuumpakkede kyllingelår kan skyldes, at myoglobin ved fravær af oxygen bindes til vand og har en blå/lilla farve.



**Foto 1. Sortfarvning af vakuumpakkede kyllingelår efter 9-12 dages lagring ved 5 °C (Tørngren & Gunvig 2012).**

*Black Bone Syndrome (BBS) efter tilberedning af kyllingekød*

Black Bone Syndrome (BBS) defineres som en tilstand i kogt kylling, hvor overfladen af benet og tilstødende muskelvæv bliver mørk rødbrun eller sort efter tilberedning. Nylige observationer antyder, at problemet er langt mere udbredt end tidligere rapporteret (Baldo et al. 2013).

Sortfarvning af ben og kød omkring benet efter tilberedning forekommer primært hos unge (6-8 uger) slagtekyllinger (Food Safety Information, 2011). Kyllingerne slagtes oftest, når de er mellem 36 og 42 dage gamle (RosePoultry 2014). I unge slagtekyllinger er knoglerne mere porøse (ikke forkalkede) og derfor kan hæmoglobin sive ud gennem knoglerne og ind i det omkringliggende kød. Når kyllingen koges bliver pigmentet mørkt (Livestrong 2013).

*Effekt af frysning på forekomsten af BBS*

BBS påvirker fjerkræindustrien og problemet er derfor gennem tiden forsøgt løst ved bl.a. at afprøve forskellige fryse- og tilberedningsmetoder samt ved tilsætning af D-vitamin til slagtekyllingediæten (Baldo et al. 2013).

Forsøg udført af Baldo et al. viser, at kold lagring (køling eller frysning) af kyllingelår øger forekomsten af BBS og har tendens til at mindske forbrugernes accept af produktet på trods af, at BBS hverken havde indflydelse på kødets smag eller lugt.

Frysning forårsager dannelse af iskrystaller, som resulterer i hæmolyse (nedbrydning) af de røde blodlegemer, som er til stede i knoglemarv. Frysning øger tilmed porøsiteten af knoglerne så hæmoglobin fra nedbrydning af røde blodlegemer i højere grad frigøres til det tilstødende væv, når kødet igen optøs. Dette resulterer i et mørkt udseende af kødet før og under tilberedningen, da den røde farve bliver brun eller grå og i alvorlige tilfælde sort. Under tilberedningen oxideres hæmoglobin og blodet bliver sort (Baldo et al. 2013).

Langsom frysning fører til dannelse af større iskrystaller imellem muskelfibre og kan derfor øge forekomsten af BBS. Endvidere har forsøg vist, at udviklingen af BBS kan øges med stigende optøningstid i frosne slagtekyllinger (Singla 2011).

Tilskud af D-vitamin til slagtekyllingediæten er blevet påvist at kunne reducere forekomsten af BBS. Sortfarvning af ben grundet frysning var signifikant lavere ( $p < 0,05$ ) i slagtekyllinger suppleret

med 25-hydroxyvitamin D (Baldo et al. 2013). Tilsætning af D-vitamin til slagtekyllingediæten skal ske i forhold til det eksisterende niveau af D-vitamin i dansk foder til kylling.

*Forekomst af sortfarvede ben i svine- og oksekødsprodukter*

Inden for svine- og oksekødsbranchen kan sortfarvning af ben være et problem i forhold til det ferske kød. Her er problemet typisk forbundet med kødudskæringer pakket i høj iltmodificeret atmosfære (MAP). En årsag kan være, at misfarvning forekommer, når benet skæres, hvorved hæmoglobin frigives til overfladen af det overskårede ben og ophobes. Over tid og via udsættelse for ilt vil hæmoglobin, på overfladen af benet, ændre farve fra rød til brun til sort (Dikeman 2004).

I bl.a. Tyskland og Holland bliver ryg- og ribben ikke fjernet fra nakke- og kamkoteletter før udsavning, men indgår som en del af produktet til forbrugerne. Ved længere tids lagring vil benene blive misfarvede, da hæmoglobinet vil reagere med luftens ilt (oxidation). Ryg- og ribben fra grise slagtet på danske slagterier bliver hurtigt misfarvede, og forsøg har vist, at der er en sammenhæng mellem flække- og nedkølingsmetoden, som har en betydning for tidspunktet for misfarvningen (Hviid 2007). Amerikanske undersøgelser (Mancini et al, 2005) har desuden påpeget, at efterfølgende pakning i høj ilt (70%) vil være med til at fremme misfarvningen, da hæmoglobinet bliver eksponeret for ilt (oxygen).

Forsøg på DMRI Teknologisk Institut, har vist, at midtflækning med økse vil forsinke misfarvning af ben, da metoden er mindre 'smuldrende' end savflækning, som forårsager mere smuld, hvorved hæmoglobinet er mere eksponeret for ilt og dermed giver hurtigere misfarvning. Benfarven ændrer sig fra tilfredsstillende på pakkedagen til væsentlige fejl og mangler efter 17 dages lagring ved 5 °C, når produktet er pakket i 70% ilt, se foto 2.



**Foto 2. Sammenligning af ben fra svin med tilfredsstillende rød farve på pakkedagen (tv) med misfarvede sorte ben efter 17 dages lagring ved 5 °C pakket i 70% ilt (th).**

Forsøgene viste endvidere, at benene, som blev pakket i 100% nitrogen, og dermed uden ilt, ændrede farve meget hurtigt til en grå

kedelig farve, fordi oxymyoglobin hurtigt blev til omdannet til deoxy-myoglobin og metmyoglobin. Efter 15 dage, hvor disse ben blev ompakket, var flere i stand til at bløme og dermed regenerere den røde farve i snitfladen. Pakning uden ilt vil med det samme ændre benenes farve til en mørk grålig nuance, som ikke kan sammenlignes med sorte ben, men som heller ikke er tiltalende ved eventuelt salg (Hviid 2007). Forekomsten af misfarvning ved iltfri pakning af svinekødet kan måske sammenlignes med den tidligere beskrevne sortfarvning ved lårbenet i vakuumpakkede kyllingelår.

En anden årsag kan være høj vandaktivitet under nedkøling, hvor tilstedeværelse af vand (manglende udtørring) kan være med til at fremme oxidationen og dermed misfarvningen. Forsøg har vist, at nedkølingsprocessen har indflydelse på sortfarvning af halsbenene fra grise, men der er ikke udviklet nogle forklaringer herpå og hypotesen er derfor kun baseret på observationer (Rosenvold 2006). Der kan således ikke nødvendigvis drages paralleller imellem disse observationer og frysning af kyllingekød, der kan have indflydelse på sortfarvning under tilberedning.

### *Konklusion*

Forekomsten af sorte ben inden for fjerkræindustrien er blevet registreret i forbindelse med udbening, hvor der er risiko for, at hæmoglobin fra knoglemarven kan overføres til overfladen af ben og kød omkring benet. Under påvirkning af ilt vil hæmoglobin over tid ændre farve fra rød til brun til sort. Sammenlignelige observationer er registreret inden for svineködsbranchen, hvor bl.a. midtflækkemetoden kan have betydning for tidspunktet for misfarvningen.

Pakkemetoden kan efterfølgende have betydning for sortfarvning af ben, da pakning i høj iltmodifieret atmosfære (MAP) kan være med til at fremme misfarvningen, da hæmoglobin bliver eksponeret for ilt (oxygen). Endvidere er der i forsøg med vakuumpakkede kyllingelår påvist sortfarvning af ben, som kan skyldes, at myoglobin, ved fravær af oxygen, bindes til vand og har en blå/lilla farve.

For unge slagtekyllinger kan der efter tilberedning forekomme 'Black Bone Syndrome' (BBS), som skyldes udsivning af hæmoglobin fra porøse knogler. Frysning kan generelt øge forekomsten af BBS og særligt langsom frysning og optøning kan accelerere udviklingen af BBS. Tilskud af D-vitamin til slagtekyllingediæten er blevet påvist at kunne reducere forekomsten af BBS.

## Referencer

Baldo GAA, Almeida Paz ICL, Alves MCF, Nääs IA, Garcia RG, Caldara FR, Gavilan CWS (2013). Black bone syndrome in chicken meat. Rev. Bras. Cienc. Avic. vol.15 no.4 Campinas Dec. 2013

Dikeman, M. (2004). Evaluation of Factors Relating to the Black Bone Condition in Packaged Beef Retail Cuts and Ways to Decrease the Incidence. Study Completed June 2004. Kansas State University.

Food Safety Information (2011). The Color of Meat and Poultry. United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service. Hjemmeside: [http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/e8dad81f-f7fc-4574-893e-bae20cf8b215/Color\\_of\\_Meat\\_and\\_Poultry.pdf?MOD=AJPERES](http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/e8dad81f-f7fc-4574-893e-bae20cf8b215/Color_of_Meat_and_Poultry.pdf?MOD=AJPERES). Besøgt 01.04.2014.

Hviid, M. (2007). Minimering af sorte ben. Rapport. Projektnr. 03774. Danish Meat Association. Slagteriernes Forskningsinstitut.

Institute of Food Technologists (2000). Meat Pigment Chemistry. Hjemmeside: <http://www.ift.org/~media/Knowledge%20Center/Learn%20Food%20Science/Mini%20Experiments/Fresh-MeatPigment.pdf>. Besøgt 29.10.2014.

Livestrong (2013). How to Prevent Chicken Bones From Turning Dark During Cooking. Hjemmeside: <http://www.livestrong.com/article/552567-how-to-prevent-chicken-bones-from-turning-dark-during-cooking/>. Besøgt 01.04.2014.

Mancini, R.A., Hunt, M. C. (2005). Review - Current research in meat color. Meat Science 71 (2005) 100–121. Department of Animal Sciences and Industry, Kansas State University, 224 Weber Hall, Manhattan, KS 66506-0201, USA.

Mancini, R. A., Hunt, M. C., Hachmeister, K.A., Kropf, D. H., Johnson, D. E. (2005). Exclusion of oxygen from modified atmosphere packages limits beef rib and lumbar vertebrae marrow discoloration during display and storage. Meat science 69(3). 493-500.

McGee, H. (2004). On Food and Cooking. The Science and Lore of The Kitchen. Scribner. New York.

Rosenvold, K. (2006). Rapport: Procesforhold fra stikning til udbeining - Implementeringsforsøg. Projekt nr. 0183935932.1. Danish Meat association. Slagteriernes Forskningsinstitut.



Singla, S. (2011). Bone and Meat Discolouration of Broiler Chicken Thighs. A thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Animal Science. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science. University of Alberta.

StackExchange (2012). Why is meat red? Hjemmeside: <http://cooking.stackexchange.com/questions/24208/why-is-meat-red>. Besøgt 15.05.2014.

Tørngren, M.A. & Gunvig, A.M. (2012). Rapport: Forbedret holdbarhed og kvalitet af detailpakket kyllingekød. Projekt nr. 200711. DMRI, Teknologisk Institut.