

Sammendrag af ph.d.afhandling med titlen "Synthesis and hydrolysis of ATP in frozen fish" udført af Gertrud Cappeln. Arbejdet er udført ved Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. For Fiskeindustriell Forskning.

SAMMENDRAG

Frossen bloktorsk anvendes regelmæssigt som råvare i den danske fiskeindustri. Inden fisken kan forarbejdes, skal den tøs på en måde, som bevarer fiskekødets egenskaber bedst muligt. Fiskeindustrien har i de seneste år oplevet problemer med kvaliteten af den optøede fisk i form af gaping (filetsprængning) af fileterne. Disse problemer med gaping har været tilskrevet udvikling af *rigor* under optøning (*tø-rigor*) af *pre rigor* frosne fisk, selvom denne antagelse hidtil ikke er blevet baseret på et videnskabeligt grundlag.

Det overordnede mål med projektet har været at udvikle en optøningsprocedure af frossen bloktorsk, hvorved skader forårsaget af *tø-rigor* bliver reduceret. Derved vil kvalitet og udbytte af de optøede fileter øges. Det videnskabelige formål med denne ph.d.-afhandling "Syntese og hydrolyse af ATP i frossen fisk" har været at etablere viden om de biokemiske processer i relation til *rigor* ved frysning, frostlagring og optøning. Forståelse af disse processer er nødvendig for at udvikle og implementere en ny optøningsprocedure og derved opnå det overordnede mål.

I nærværende projekt er opnået følgende overordnede resultater. Det blev påvist, at glykolyse og nedbrydning af ATP i torsk (*Gadus morhua*) foregår under frysning. Graden af metaboliske ændringer afhænger af indfrysningstiden, da der blev fundet et større indhold af glykogen og ATP efter hurtigt indfrysning (-45°C) sammenlignet med langsom indfrysning (-20°C).

I små prøver af *pre rigor* torsk var ATP stabilt ved lagring i 12 uger ved -80°C og -40°C og tilnærmelsesvis stabilt ved -20°C. Ved frostlagring ved -9°C og -12°C blev glykogen og ATP nedbrudt og laktat dannet efter henholdsvis to og fire uger. Omsætning af glykogen og ATP under frostlagring betyder, at *rigor* kan forløbe mens fisken er frossen, og derved kan skader forårsaget af *tø-rigor* undgås.

Optøning af hel torsk, frosset *pre rigor*, gav bevis for, at ATP kan syntetiseres ved temperaturer under 0°C. Stigning i indholdet af ATP under optøning blev tilskrevet nedbrydning af glykogen,

hvilket betyder, at fisk med et lav niveau af ATP efter frysning og frostlagring stadigvæk kan udvikle *tø-rigor* under optøning, såfremt fisken indeholder tilstrækkelig mængder af glykogen.

Krympning af fileter forårsaget af *tø-rigor* kan undgås ved opbevaring i to uger ved -9°C . Den forventede reduktion i dryptab ved denne opbevaring udeblev imidlertid. Disse resultater indikerer, at krympning af fileter og dryptab ikke nødvendigvis er sammenhørende.

Den gennemsnitlige andel af *pre rigor* fisk i frossen bloktorsk blev undersøgt og fundet til at ligge mellem 10% og 57% afhængig af hvilket kriterium der blev anvendt til bestemmelse af *rigor*-tilstanden i frossen torsk. Elleve forskellige partier blev undersøgt, og mængden af *pre rigor* fisk varierede fra nogle få procent i nogle partier op til 100% i andre. Multivariat dataanalyse viste, at fileter fra fisk, som går i *rigor* under optøning (*tø-rigor*) ved høj temperatur har større grad af gaping sammenlignet med fileter fra fisk, som er indfrosset enten in *rigor* eller *post rigor*.

En optimerede optøningsprocedure blev testet i industriel skala ved at sammenligne to optøningsprocedurer. Temperering og derpå optøning i vand med en starttemperatur på 31°C gave en forøgelse af udbyttet på 0,4% af høj værdi udskæringer sammenlignet med optøning i vand med en starttemperatur på 46°C .

Fordelingen af ATP i fisken er ikke ensartet ved kraftig *rigor* ($\text{RI} > 0.7$) målt ved *rigor*-indexmetoden. Indholdet af ATP er lavest i området omkring brystfinnen og størst i halen. Udviklingen af stivhed i den centrale del af fisken, mens ryg- og halemuskulatur stadigvæk er *pre rigor*, er årsag til, at et index svarende til kraftig *rigor* måles, selvom ikke hele fisken er i *rigor*.

Denne afhandling har vist, at gaping af optøede torskefileter til dels kan relateres til hurtig optøning af *pre rigor* torsk, der indfrosset som hele fisk. Endvidere er det vist, at det er muligt at reducere skader forårsaget af *tø-rigor* ved en kort frostlagring ved en relativ høj temperatur inden optøning.